

Nutrición Hospitalaria



ÓRGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NUTRICIÓN PARENTERAL Y ENTERAL

ÓRGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NUTRICIÓN

ÓRGANO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN LATINO AMERICANA DE NUTRICIÓN PARENTERAL Y ENTERAL

ÓRGANO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE SOCIEDADES DE NUTRICIÓN, ALIMENTACIÓN Y DIETÉTICA

Revisiones/Reviews

- Metilmercurio: Recomendaciones existentes; métodos de análisis e interpretación de resultados; evaluación económica..... 1
Methylmercury: existing recommendations; methods of analysing and interpreting the results; Economic evaluation
 - Documento de consenso sobre la prevención de la exposición al metilmercurio en España..... 16
Consensus document on the prevention of exposure to methylmercury in Spain
 - ¿Son efectivos los suplementos antioxidantes en la disminución del dolor muscular tardío? Una revisión sistemática 32
Are antioxidant supplements effective in reducing delayed onset muscle soreness? A systematic review
 - Macronutrientes, ingesta de alimentos y peso corporal; papel de la grasa..... 46
Macronutrients, food intake and body weight; The role of fat
 - Taninos hidrolizables; bioquímica, aspectos nutricionales y analíticos y efectos en la salud..... 55
Hydrolyzable tannins; biochemistry, nutritional & analytical aspects and health effects
 - El mango: aspectos agroindustriales, valor nutricional/funcional y efectos en la salud..... 67
Mango: agroindustrial aspects, nutritional/functional value and health effects
 - Fosfolípidos: propiedades y efectos sobre la salud 76
Phospholipids: properties and health effects
 - Balón intragástrico: revisión de los dispositivos alternativos a los métodos clásicos (Bioenterics)..... 84
"Intra-gastric Balloon: A review concerning alternative balloons compared to the classical ones (Bioenterics)"
 - Documento de Consenso: importancia nutricional y metabólica de la leche..... 92
Consensus Document: Nutritional and metabolic importance of cow's milk
 - Efectividad de las intervenciones educativas realizadas en América Latina para la prevención del sobrepeso y obesidad infantil en niños escolares de 6 a 17 años: una revisión sistemática 102
Effectiveness of educational interventions conducted in Latin America for the prevention of overweight and obesity in scholar children from 6-17 years old; a systematic review
 - Actividad física y acelerometría; orientaciones metodológicas, recomendaciones y patrones..... 115
Physical activity and accelerometer; Methodological training, recommendations and movement patterns in school
 - Información percibida por los consumidores a través del etiquetado sobre las grasas presentes en los alimentos: revisión sistemática 129
Information perceived by consumers through food labeling on fats: a systematic review
 - Métodos de evaluación de programas nutricionales de gran escala en América Latina: una revisión integrativa..... 143
Methods for evaluating large-scale nutrition programs in Latin America: an integrative review
 - Efectos de la suplementación con β-alanina sobre el rendimiento deportivo..... 155
Effects of β-alanine supplementation on athletic performance
 - Efecto de los beta-glucanos en el control de los niveles de glucosa en pacientes diabéticos: Revisión Sistemática 170
Effect of beta-glucans in the control of blood glucose levels of diabetic patients: a systematic review
- Originales/Originals**
- OBESIDAD/OBESITY**
- Factores condicionantes del estado ponderal 178
Conditioning factors of weight condition
 - Prevalencia de la obesidad en alumnos de primaria entre 2009 y 2014 en China: meta-análisis 185
Prevalence of obesity among primary students between 2009 to 2014 in China: a meta-analysis
 - Consumo de bebidas energéticas, alcohólicas y azucaradas en jóvenes universitarios de la frontera México-USA..... 191
Consumption of sweetened, energy and alcoholic beverages among college students in the México-US border
 - Riesgo asociado a obesidad según estadije de Edmonton en cirugía bariátrica..... 196
Obesity associated risk using Edmonton staging in bariatric surgery
 - Autopercepción del estado ponderal y la forma física y su relación con el nivel de actividad física realizado, conductas alimentarias y bienestar psicosocial 203
Weight misperception and physical fitness perception in relation to the physical activity level, dietary behaviour and psychosocial well-being
 - Prevalencia de factores de riesgo cardiovascular, la asociación con las variables socioeconómicas en los adolescentes en región de baja renta... 217
Prevalence of cardiovascular risk factors, the association with socioeconomic variables in adolescents from low-income region
- PEDIATRÍA/PEDIATRICS**
- Diseño y aplicación de un cuestionario de calidad dietética de los menús escolares 225
Design and implementation of a questionnaire to evaluate the dietary quality of school meals
 - Evaluación de la estabilidad física de preparados parenterales "todo en uno" para atención pediátrica domiciliaria con altas concentraciones de electrolitos 236
Evaluation of physical stability of all in one parenteral admixtures for pediatric home care with high electrolytes concentrations
 - Factores de riesgo asociados con la depleción de hierro y parasitosis en niños preescolares y escolares de Arandas, Jalisco, México..... 244
Risk factors associated with iron depletion and parasites in preschool and school children of Arandas, Jalisco, México
 - Equipos de asistencia nutricional: la cooperación entre médicos y farmacéuticos ayuda a mejorar la rentabilidad de la nutrición parenteral domiciliaria (NPD)..... 251
Nutritional Support Teams: the cooperation among physicians and pharmacists helps improve cost-effectiveness of home parenteral nutrition (HPN)
 - Neofobia alimentaria: impacto sobre los hábitos alimentarios y aceptación de alimentos saludables en usuarios de comedores escolares. 260
Food neophobia: impact on food habits and acceptance of healthy foods in schoolchildren
 - Factores de riesgo cardiovascular en niños y adolescentes con trastorno de ansiedad y su asociación con la gravedad de la enfermedad 269
Cardiovascular risk factors in children and adolescents with anxiety disorders and their association with disease severity
- SÍNDROME METABÓLICO/METABOLIC SYNDROME**
- Relaciones de los niveles séricos de calcio y magnesio con los de homocisteína, lipoproteínas, y marcadores de sensibilidad/resistencia a la insulina al nacimiento..... 278
Relationships between serum calcium and magnesium levels and lipoproteins, homocysteine and insulin resistance/sensitivity markers at birth
 - Estudio del síndrome metabólico y de la obesidad en pacientes en hemodiálisis..... 286
Study of the metabolic syndrome and obesity in hemodialysis patients
 - Efectos de exenatide LAR en diabetes mellitus tipo 2 y obesidad..... 292
Effects of exenatide LAR in type 2 diabetes mellitus and obesity
 - La adición de fuentes de fibra dietética a batidos reduce la glucemia posprandial y altera la ingesta de alimentos..... 299
Addition of dietary fiber sources to shakes reduces postprandial glycemia and alters food intake
 - Los niveles de HDL más altos son un factor preventivo para el síndrome metabólico de los niños turcos que sufren de obesidad..... 307
Higher HDL levels are a preventive factor for metabolic syndrome in obese Turkish children
 - Efecto del consumo de panes integrales con amaranto (*Amaranthus dubius* Mart; ex Thell.) sobre la respuesta glicémica y parámetros bioquímicos en ratas *Sprague dawley* 313
Effect of consumption of bread with amaranth (Amaranthus dubius Mart. ex Thell.) on glycemic response and biochemical parameters in Sprague dawley rats

CONTINUACIÓN DEL ÍNDICE EN CONTRAPORTADA

Nutr Hosp. 2015;(1)31:1-518 • ISSN (Versión papel): 0212-1611 • ISSN (Versión electrónica): 1699-5198 • CODEN NUHOEQ • S.V.R. 318

Incluida en EMBASE (Excerpta Medica), MEDLINE (Index Medicus), Chemical Abstracts, Cinahl, Cochrane plus, Ebsco, Índice Médico Español, preIBECS, IBECS, MEDES, SENIOR, Scielo, Science Citation Index Expanded (SciSearch), Cancerlit, Toxline, Aidslite, Health Planning Administration y REDALYC

ISSN 0212-1611



0 1 8 0 2



9 770212 161004

Nutrición Hospitalaria

IMPACT FACTOR 2013: 1,250 (JCR)

www.nutriciónhospitalaria.com

**ÓRGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NUTRICIÓN
PARENTERAL Y ENTERAL**

ÓRGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NUTRICIÓN

**ÓRGANO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN LATINO AMERICANA
DE NUTRICIÓN PARENTERAL Y ENTERAL**

**ÓRGANO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN ESPAÑOLA
DE SOCIEDADES DE NUTRICIÓN, ALIMENTACIÓN Y DIETÉTICA**

N.º 1

Enero 2015 • Vol. 31
Periodicidad mensual

Edición y Administración
GRUPO AULA MÉDICA, S.L.

OFICINA
Isabel Colbrand, 10-12
Oficina 140 Planta 5.ª - 28050 Madrid
Tel.: 913 446 554 - Fax: 913 446 586
www.aulamedica.es

Dep. Legal: M-34.850-1982
Soporte válido: 19/05-R-CM
ISSN (Versión papel): 0212-1611
ISSN (Versión electrónica): 1699-5198

Suscripción y pedidos
GRUPO AULA MÉDICA, S.L.

Tarifas de suscripción:

Profesional 201,87 € + IVA
Institución 207 € + IVA

- **Por teléfono:**
91 344 65 54
- **Por fax:**
91 344 65 86
- **Por e-mail:**
consuelo@grupoaulamedica.com



www.aulamedica.es

© SENPE, 2015 - GRUPO AULA MÉDICA, 2015

Reservados todos los derechos de edición. Se prohíbe la reproducción o transmisión, total o parcial de los artículos contenidos en este número, ya sea por medio automático, de fotocopia o sistema de grabación, sin la autorización expresa de los editores.

Visítanos en internet

NUTRICION HOSPITALARIA

www.nutricionhospitalaria.com

Director: J. M. Culebras Fernández.
Redactor Jefe: A. García de Lorenzo.

Esta publicación recoge revisiones y trabajos originales, experimentales o clínicos, relacionados con el vasto campo de la nutrición. Su número extraordinario, dedicado a la reunión o Congreso Nacional de la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral, presenta en sus páginas los avances más importantes en este campo.

Esta publicación se encuentra incluida en EMBASE (Excerpta Medica), MEDLINE, (Index Medicus), Chemical Abstracts, Cinahl, Cochrane plus, Ebsco, Índice Médico Español, preIBECS, IBECS, MEDES, SENIOR, ScIELO, Science Citation Index Expanded (SciSearch), Cancerlit, Toxline, Aidline y Health Planning Administration



NUTRICIÓN HOSPITALARIA

Órgano Oficial de la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral

Órgano Oficial de la Sociedad Española de Nutrición

Órgano Oficial de la Federación Latinoamericana de Nutrición Parenteral y Enteral

Órgano Oficial de la Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética

Entra en
www.grupoaulamedica.com/web/nutricion.cfm
y podrás acceder a:

- **Número actual**
- **Números anteriores**
- **Enlace con la Web Oficial de la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral**



www.senpe.com
www.grupoaulamedica.com

NUTRICIÓN HOSPITALARIA, es la publicación científica oficial de la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral (SENPE), de la Sociedad Española de Nutrición (SEN), de la Federación Latino Americana de Nutrición Parenteral y Enteral (FELANPE) y de la Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD).

Publica trabajos en castellano e inglés sobre temas relacionados con el vasto campo de la nutrición. El envío de un manuscrito a la revista implica que es original y no ha sido publicado, ni está siendo evaluado para publicación, en otra revista y deben haberse elaborado siguiendo los Requisitos de Uniformidad del Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas en su última versión (versión oficial disponible en inglés en <http://www.icme.org>; correspondiente traducción al castellano en: http://www.metodo.uab.es/enlaces/Requisitos_de_Uniformidad_2006.pdf).

La falta de consideración de estos requisitos e instrucciones producirá, inevitablemente, un retraso en el proceso editorial y en la posible publicación del manuscrito, y también puede ser causa del rechazo del trabajo.

IMPORTANTE: A la aceptación y aprobación definitiva de cada artículo deberá abonarse la cantidad más impuestos vigente en el momento de la aceptación del artículo (que será publicada en un anexo en estas normas) en concepto de contribución parcial al coste del proceso editorial de la revista. El autor recibirá un comunicado mediante correo electrónico, desde la empresa editorial, indicándole el procedimiento a seguir.

1. REMISIÓN Y PRESENTACIÓN DE MANUSCRITOS

Los trabajos se remitirán por vía electrónica a través del portal www.nutricionhospitalaria.com. En este portal el autor encontrará directrices y facilidades para la elaboración de su manuscrito. Los archivos correspondientes a texto se deberán de enviar en formato WORD. Los correspondientes a imágenes se podrán enviar en formato JPG.

Cada parte del manuscrito empezará una página, respetando siempre el siguiente orden:

1.1 Carta de presentación

- Deberá indicar el Tipo de Artículo que se remite a consideración y contendrá:
- Una breve explicación de cuál es su aportación así como su relevancia dentro del campo de la nutrición.
- Declaración de que es un texto original y no se encuentra en proceso de evaluación por otra revista, que no se trata de publicación redundante, así como declaración de cualquier tipo de conflicto de intereses o la existencia de cualquier tipo de relación económica.
- Conformidad de los criterios de autoría de todos los firmantes y su filiación profesional.
- Cesión a la revista **NUTRICIÓN HOSPITALARIA** de los derechos exclusivos para editar, publicar, reproducir, distribuir copias, preparar trabajos derivados en papel, electrónicos o multimedia e incluir el artículo en índices nacionales e internacionales o bases de datos.
- Nombre completo, dirección postal y electrónica, teléfono e institución del autor principal o responsable de la correspondencia.
- Cuando se presenten estudios realizados en seres humanos, debe enunciarse el cumplimiento de las normas éticas del Comité de Investigación o de Ensayos Clínicos correspondiente y de la Declaración de Helsinki vigente, disponible en: <http://www.wma.net/s/index.htm>.

1.2 Página de título

Se indicarán, en el orden que aquí se cita, los siguientes datos: título del artículo (será obligatorio el envío del Título en castellano e inglés por parte de los autores); se evitarán símbolos y acrónimos que no sean de uso común.

Nombre completo y apellido de todos los autores (es obligatorio el envío por parte de los autores del nombre completo y los dos apellidos, no aceptándose el uso de abreviaturas y/o iniciales), separados entre sí por una coma. Se aconseja que figure un máximo de ocho autores, figurando el resto en un anexo al final del texto.

Mediante números arábigos, en superíndice, se relacionará a cada autor, si procede, con el nombre de la institución a la que pertenecen. Deberá volver a enunciar los datos del autor responsable de la correspondencia que ya se deben haber incluido en la carta de presentación.

En la parte inferior se especificará el número total de palabras del cuerpo del artículo (excluyendo la carta de presentación, el resumen, agradecimientos, referencias bibliográficas, tablas y figuras).

Se incluirá la dirección postal y de correo electrónico del/de el autor/a designado para correspondencia.

1.3 Resumen

Será estructurado en el caso de originales, originales breves y revisiones, cumplimentando los apartados de Introducción, Objetivos, Métodos, Resultados y Discusión (Conclusiones, en su caso). Deberá ser comprensible por sí mismo y no contendrá citas bibliográficas.

Se deberá de incluir la versión en castellano e inglés del resumen con idéntica estructuración. Así mismo se incluirán aquí las palabras clave en castellano e inglés. Tanto resumen como palabras claves se deben enviar en los dos idiomas. Debe recordarse que esta información en inglés aparecerá en las bases de datos bibliográficas, y es responsabilidad de los autores/as su corrección ortográfica y gramatical.

1.4 Palabras clave

Debe incluirse al final de resumen un máximo de 5 palabras clave que coincidirán con los Descriptores del Medical Subjects Headings (MeSH): <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=mesh>. Como se ha indicado en 1.3 se deben de enviar las palabras clave en castellano e inglés.

1.5 Abreviaturas

Se incluirá un listado de las abreviaturas presentes en el cuerpo del trabajo con su correspondiente explicación. Asimismo, se indicarán la primera vez que aparezcan en el texto del artículo.

1.6 Texto

Estructurado en el caso de originales, originales breves y revisiones, cumplimentando los apartados de Introducción, Objetivos, Métodos, Resultados y Discusión (Conclusiones, en su caso).

Se deben citar aquellas referencias bibliográficas estrictamente necesarias teniendo en cuenta criterios de pertinencia y relevancia.

En la metodología, se especificará el diseño, la población a estudio, los métodos estadísticos empleados, los procedimientos y las normas éticas seguidas en caso de ser necesarias.

Cuando el artículo sea enviado en idioma inglés, antes de su envío a la revista, recomendamos a los autores que lo sometan a la revisión de una persona angloparlante para garantizar la calidad del mismo.

1.7 Anexos

Material suplementario que sea necesario para el entendimiento del trabajo a publicar.

1.8 Agradecimientos

Esta sección debe reconocer las ayudas materiales y económicas, de cualquier índole, recibidas. Se indicará el organismo, institución o empresa que las otorga y, en su caso, el número de proyecto que se le asigna. Se valorará positivamente haber contado con ayudas.

Toda persona física o jurídica mencionada debe conocer y consentir su inclusión en este apartado.

1.9 Bibliografía

Las citas bibliográficas deben verificarse mediante los originales y deberán cumplir los Requisitos de Uniformidad del Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas, como se ha indicado anteriormente.

Las referencias bibliográficas se ordenarán y numerarán por orden de aparición en el texto, identificándose mediante números arábigos en superíndice.

Las referencias a textos no publicados ni pendiente de ello, se deberán citar entre paréntesis en el cuerpo del texto.

Para citar las revistas médicas se utilizarán las abreviaturas incluidas en el Journals Database, disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=journals>. En su defecto en el catálogo de publicaciones periódicas en bibliotecas de ciencias de la salud españolas: <http://www.c17.net/c17/>.

1.10 Tablas y Figuras

El contenido será autoexplicativo y los datos no deberán ser redundantes con lo escrito. Las leyendas deberán incluir suficiente información para poder interpretarse sin recurrir al texto y deberán estar escritas en el mismo formato que el resto del manuscrito.

Se clasificarán con números arábigos, de acuerdo con su orden de aparición, siendo esta numeración independiente según sea tabla o figura. Llevarán un título informativo en la parte superior y en caso de necesitar alguna explicación se situará en la parte inferior. En ambos casos como parte integrante de la tabla o de la figura.

Se remitirán en fichero aparte, preferiblemente en formato JPEG, GIFF, TIFF o PowerPoint, o bien al final del texto incluyéndose cada tabla o figura en una hoja independiente.

1.11 Autorizaciones

Si se aporta material sujeto a copyright o que necesite de previa autorización para su publicación, se deberá acompañar, al manuscrito, las autorizaciones correspondientes.

1.12 Conflicto de intereses

Todos los artículos que se envíen a **NUTRICIÓN HOSPITALARIA** deben ir acompañados de una declaración de los posibles conflictos de intereses de cada una de las personas firmantes. De la misma manera, si no hay ningún conflicto de intereses, deberán hacerlo constar explícitamente en el artículo.

2. TIPOS Y ESTRUCTURA DE LOS TRABAJOS

2.1 Original: Trabajo de investigación cuantitativa o cualitativa relacionado con cualquier aspecto de la investigación en el campo de la nutrición.

2.2 Revisión: Trabajo de revisión, preferiblemente sistemática, sobre temas relevantes y de actualidad para la nutrición.

2.3 Notas Clínicas: Descripción de uno o más casos, de excepcional interés que supongan una aportación al conocimiento clínico.

2.4 Perspectiva: Artículo que desarrolla nuevos aspectos, tendencias y opiniones. Sirviendo como enlace entre la investigación y la sociedad.

2.5 Editorial: Artículo sobre temas de interés y actualidad. Se escribirán a petición del Comité Editorial.

2.6 Carta al Director: Observación científica y de opinión sobre trabajos publicados recientemente en la revista, así como otros temas de relevante actualidad.

2.7 Carta Científica: La multiplicación de los trabajos originales que se reciben nos obligan a administrar el espacio físico de la revista. Por ello en ocasiones pediremos que algunos originales se reconviertan en carta científica cuyas características son:

- Título
- Autor (es)
- Filiación
- Dirección para correspondencia
- Texto máximo 400 palabras
- Una figura o una tabla
- Máximo cinco citas

La publicación de una Carta Científica no es impedimento para que el artículo in extenso pueda ser publicado posteriormente en otra revista.

2.8 Artículo de Recensión: Comentarios sobre libros de interés o reciente publicación. Generalmente a solicitud del Comité editorial aunque también se considerarán aquellos enviados espontáneamente.

2.9 Artículo Especial: El Comité Editorial podrá encargar, para esta sección, otros trabajos de investigación u opinión que considere de especial relevancia. Aquellos autores que de forma voluntaria deseen colaborar en esta sección, deberán contactar previamente con el Director de la revista.

2.10 Artículo Preferente: Artículo de revisión y publicación preferente de aquellos trabajos de una importancia excepcional. Deben cumplir los requisitos señalados en este apartado, según el tipo de trabajo. En la carta de presentación se indicará de forma notoria la solicitud de Artículo Preferente. Se publicarán en el primer número de la revista posible.

EXTENSIÓN ORIENTATIVA DE LOS MANUSCRITOS

Tipo de artículo	Resumen	Texto	Tablas y figuras	Referencias
Original*	Estructurado 250 palabras	Estructurado 4.000 palabras	5	35
Original breve	Estructurado 150 palabras	Estructurado 2.000 palabras	2	15
Revisión**	Estructurado 250 palabras	Estructurado 6.000 palabras	6	150
Notas clínicas	150 palabras	1.500 palabras	2	10
Perspectiva	150 palabras	1.200 palabras	2	10
Editorial	–	2.000 palabras	2	10 a 15
Carta al Director	–	400 palabras	1	5

Eventualmente se podrá incluir, en la edición electrónica, una versión más extensa o información adicional.

*La extensión total del artículo original, una vez compuesto, con tablas, figuras y referencias, no deberá exceder cinco páginas.

**La extensión total del artículo de revisión, una vez compuesto, con tablas, figuras y referencias, no deberá exceder seis páginas.

3. PROCESO EDITORIAL

El Comité de Redacción acusará recibo de los trabajos recibidos en la revista e informará, en el plazo más breve posible, de su recepción. Todos los trabajos recibidos, se someten a evaluación por el Comité Editorial y por al menos dos revisores expertos.

Los autores pueden sugerir revisores que a su juicio sean expertos sobre el tema. Lógicamente, por motivos éticos obvios, estos revisores propuestos deben ser ajenos al trabajo que se envía. Se deberá incluir en el envío del original nombre y apellidos, cargo que ocupan y email de los revisores que se proponen.

Las consultas referentes a los manuscritos y su transcurso editorial, pueden hacerse a través de la página web.

Previamente a la publicación de los manuscritos, se enviará una prueba al autor responsable de la correspondencia utilizando el correo electrónico. Esta se debe revisar detenidamente, señalar posibles erratas y devolverla corregida a su procedencia en el plazo máximo de 4 días. En el supuesto de no remitirse las correcciones o ser enviadas fuera de plazo, **NUTRICIÓN HOSPITALARIA** publicará el artículo conforme a la prueba remitida para corrección.

Las correcciones solicitadas deben ser mínimas; solamente se admitirán modificaciones en relación con la sintaxis y la comprensión semántica del texto. El comité editorial se reserva el derecho de admitir o no las correcciones efectuadas por los autores en la prueba de impresión. *Aquellos autores que desean recibir separatas deberán de comunicarlo expresamente. El precio de las separatas (25 ejemplares) es de 125 euros + IVA.*

Abono en concepto de financiación parcial de la publicación. En el momento de aceptarse un artículo original o una revisión no solicitada, se facturará la cantidad que se haya estipulado en ese momento + impuestos para financiar en parte la publicación del artículo [vease Culebras JM y A Garcia de Lorenzo. El factor de impacto de Nutrición Hospitalaria incrementado... y los costes de edición también. *Nutr Hosp* 2012; 27(5)].

NOTA

Los juicios y las opiniones expresadas en los artículos y comunicaciones que aparecen en la revista son exclusivamente de las personas que los firman. El comité editorial de **NUTRICIÓN HOSPITALARIA** y Grupo Aula Médica declinan cualquier responsabilidad sobre los contenidos de los trabajos publicados.

El comité editorial de **NUTRICIÓN HOSPITALARIA** y Grupo Aula Médica no garantizan ni apoyan ningún producto que se anuncie en la revista, ni las afirmaciones realizadas por el anunciante sobre dicho producto o servicio.

Nutrición Hospitalaria

www.nutricionhospitalaria.com

ÓRGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NUTRICIÓN PARENTERAL Y ENTERAL

ÓRGANO OFICIAL DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NUTRICIÓN

ÓRGANO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN LATINO AMERICANA DE NUTRICIÓN PARENTERAL Y ENTERAL

ÓRGANO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE SOCIEDADES DE NUTRICIÓN, ALIMENTACIÓN Y DIETÉTICA

DIRECTOR

JESÚS M. CULEBRAS

De la Real Academia de Medicina y Cirugía de Valladolid y del Instituto de Biomedicina (IBIOMED).
Universidad de León. Ac. Profesor Titular de Cirugía - jesus@culebras.eu

REDACTOR JEFE

A. GARCÍA DE LORENZO Y MATEOS

Jefe del Servicio de Medicina Intensiva. Ac. Catedrático de Universidad. H. U. La Paz. Paseo de la Castellana, 261. 28046 Madrid. Director de la Cátedra UAM-Abbott de Medicina Crítica. Dpto. de Cirugía. Universidad Autónoma de Madrid - agdl@telefonica.net

COORDINADORES DEL COMITÉ DE REDACCIÓN

IRENE BRETÓN LESMES

H. G. U. Gregorio Marañón (Madrid)
lbretón.hgugm@salud.madrid.org

ALICIA CALLEJA FERNÁNDEZ

Complejo Asist. Univ. de León (León)
calleja.alicia@gmail.com

CRISTINA CUERDA COMPÉS

H. G. Universitario Gregorio Marañón (Madrid)
mcuerda.hgugm@salud.madrid.org

IGNACIO JÁUREGUI LOBERA

Universidad Pablo de Olavide
(Sevilla) ignacio-ja@telefonica.net

ROSA ANGÉLICA LAMA MORÉ

H. U. Infantil La Paz (Madrid)
rlama.hulp@salud.madrid.org

DANIEL DE LUIS ROMÁN

H. U. de Valladolid (Valladolid)
dadluis@yahoo.es

LUIS MIGUEL LUENGO PÉREZ

H. U. Infanta Cristina (Badajoz)
luismiluenگو@hotmail.com

DAVID MARTÍNEZ GÓMEZ

Instituto del Frio. CSIC (Madrid)
d.martinez@uam.es

J. M. MORENO VILLARES

Hospital 12 de Octubre (Madrid)
jmoreno.hdoc@salud.madrid.org

CONSUELO PEDRÓN GINER

H. I. U. Niño Jesús (Madrid)
consuelocarmen.pedron@salud.madrid.org

MARÍA DOLORES RUIZ LÓPEZ

Universidad de Granada (Granada)
mruiz@ugr.es

MIGUEL A. MARTÍNEZ OLMOS

C. H. U. de Santiago (Santiago de Compostela)
miguel.angel.martinez.olmos@sergas.es

FRANCISCO J. SÁNCHEZ-MUÑIZ

Universidad Complutense (Madrid)
frasan@ucm.es

CARMINA WANDEN-BERGHE

Univ. CEU Cardenal Herrera (Alicante)
carminaw@telefonica.net

COMITÉ DE REDACCIÓN

Responsable de Casos Clínicos

PILAR RIOBO

Fundación Jiménez Díaz (Madrid)

Responsable para Latinoamérica

DAN L. WAITZBERG

Univ. de São Paulo. São Paulo (Brasil)

Asesor estadístico y epidemiológico

GONZALO MARTÍN PEÑA

Hospital de la Princesa (Madrid)

Asesor para artículos básicos

ÁNGEL GIL HERNÁNDEZ

Universidad de Granada (Granada)

Coordinadora de Alimentos funcionales

M. GONZÁLEZ-GROSS

Univ. Complutense de Madrid (Madrid)

Coordinador con Felanpe

LUIS ALBERTO NIN

Universidad de Montevideo (Uruguay)

J. Álvarez Hernández (H. U. de Alcalá. Madrid)

M. D. Ballesteros (Complejo Asist. Univ. de León. León)

T. Bernejo Vicedo (H. Ramón y Cajal. Madrid)

P. Bolaños Ríos (Inst. de Ciencias de la Conducta. Sevilla)

M. Cainzos Fernández (Univ. de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela)

M. A. Carbajo Caballero (H. Campo Grande. Valladolid)

D. Cardona Pera (H. Santa Creu i Sant Pau. Barcelona)

S. Celaya Pérez (H. C. U. Lozano Blesa. Zaragoza)

A. I. Cos Blanco (H. U. La Paz. Madrid)

C. De la Cuerda Compés (H. G. U. Gregorio Marañón. Madrid)

D. De Luis (H. Universitario de Valladolid. Valladolid)

P. García Peris (H. G. U. Gregorio Marañón. Madrid)

C. Gómez-Candela (H. U. La Paz. Madrid)

J. González Gallego (Instituto de Biomedicina (IBIOMED). Universidad de León. León)

P. González Sevilla (Universidad de León. León)

J. Jiménez Jiménez (H. Virgen del Rocío. Sevilla)

F. Jorquera (Complejo Asist. Univ. de León. León)

M. A. León Sanz (H. U. 12 de Octubre. Madrid)

C. Martín Villares (H. Camino de Santiago. Ponferrada. León)

A. Miján de la Torre (Hospital General Yagüe. Burgos)

J. C. Montejó González (H. U. 12 de Octubre. Madrid)

J. M. Moreno Villares (H. U. 12 de Octubre. Madrid)

J. Ortiz de Urbina (Complejo Asist. Univ. de León. León)

C. Ortiz Leyba (Hospital Virgen del Rocío. Sevilla)

P. Pablo García Luna (H. Virgen del Rocío. Sevilla)

V. Palacios Rubio (H. Miguel Servet. Zaragoza)

J. L. Pereira Cunill (H. Virgen del Rocío. Sevilla)

A. Pérez de la Cruz (Universidad de Granada. Granada)

M. Planas Vila (H. Vall D'Hebron. Barcelona)

I. Polanco Allue (Univ. Autónoma de Madrid. Madrid)

N. Prim Vilari (Barcelona)

J. A. Rodríguez Montes (H. U. La Paz. Madrid)

M. D. Ruiz López (Universidad de Granada. Granada)

I. Ruiz Prieto (Inst. de Ciencias de la Conducta. Sevilla)

J. Salas Salvadó (H. U. de Sant Joan de Reus. Tarragona)

J. Sánchez Nebra (Hospital Montecelo. Pontevedra)

J. Sanz Valero (Universidad de Alicante. Alicante)

E. Toscano Novella (Hospital Montecelo. Pontevedra)

M.ª Jesús Tuñón (Instituto de Biomedicina (IBIOMED). Universidad de León. León)

G. Varela Moreiras (Univ. CEU San Pablo. Madrid)

C. Vázquez Martínez (H. Ramón y Cajal. Madrid)

C. Wanden-Berghe (Univ. CEU Cardenal Herrera. Alicante)

CONSEJO EDITORIAL IBEROAMERICANO

Coordinador

A. GIL

Univ. de Granada (España)

C. Angarita (Centro Colombiano de Nutrición Integral y Revista Colombiana de Nutrición Clínica. Colombia)

E. Atalah (Universidad de Chile. Revista Chilena de Nutrición. Chile)

M. E. Camilo (Universidade de Lisboa. Portugal)

F. Carrasco (Asociación Chilena de Nutrición Clínica y Metabolismo. Universidad de Chile. Chile)

A. Criveli (Revista de Nutrición Clínica. Argentina)

J. M. Culebras (Instituto de Biomedicina (IBIOMED). Universidad de León. España)

J. Faintuch (Hospital das Clínicas. Brasil)

M. C. Façao (Revista Brasileira de Nutrición Clínica. Brasil)

A. García de Lorenzo (Hospital Universitario La Paz. España)

D. De Girolami (Universidad de Buenos Aires. Argentina)

J. Klaasen (Revista Chilena de Nutrición. Chile)

G. Kliger (Hospital Universitario Austral. Argentina)

L. Mendoza (Asociación Paraguaya de Nutrición. Paraguay)

L. A. Moreno (Universidad de Zaragoza. España)

S. Muzzo (Universidad de Chile. Chile)

F. J. A. Pérez-Cueto (Universidad de La Paz. Bolivia)

M. Perman (Universidad Nacional del Litoral. Argentina)

J. Sotomayor (Asociación Colombiana de Nutrición Clínica. Colombia)

H. Vannucchi (Archivos Latino Americanos de Nutrición. Brasil)

C. Velázquez Alva (Univ. Autónoma Metropolitana. Nutrición Clínica de México. México)

D. Waitzberg (Universidad de São Paulo. Brasil)

N. Zavaleta (Universidad Nacional de Trujillo. Perú)

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NUTRICION PARENTERAL Y ENTERAL

SENPE

AGRADECIMIENTOS

La Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral, que tiene como objetivos desde su fundación el potenciar el desarrollo y la investigación sobre temas científicos relacionados con el soporte nutricional, agradece su ayuda a los siguientes socios-entidades colaboradoras.

- **ABBOTT**
- **BAXTER S.A.**
- **B. BRAUN MEDICAL**
- **FRESENIUS - KABI**
- **GRIFOLS**
- **NESTLÉ**
- **NUTRICIA**
- **NUTRICIÓN MÉDICA**
- **VEGENAT**

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NUTRICION *PARENTERAL Y ENTERAL*

SENPE

**JUNTA DIRECTIVA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA
DE NUTRICIÓN PARENTERAL Y ENTERAL**

Presidente

• MIGUEL LEÓN
SANZ

Vicepresidenta

• CARMEN SÁNCHEZ
ALVAREZ

Tesorera

• MERCEDES CERVERA
PERIS

Secretaria

• ROSA BURGOS
PELÁEZ

Vocales

- LORENA ARRIBAS HORTIGÜELA
- ROSANA ASHBAUGH ENGUIDANOS
- MIGUEL ÁNGEL MARTÍNEZ OLMOS
- CARMINA WANDEN-BERGHE LOZANO

Presidente de honor

• JESÚS CULEBRAS
jesus@culebras.eu

Miembros de honor

- A. AGUADO MATORRAS[†]
- A. GARCÍA DE LORENZO Y MATEOS
- F. GONZÁLEZ HERMOSO
- S. GRISOLÍA GARCÍA
- F. D. MOORE[†]
- A. SITGES CREUS[†]
- G. VÁZQUEZ MATAS
- J. VOLTAS BARO[†]
- J. ZALDUMBIDE AMEZAGA

**Coordinador
de la página web**

• JORDI SALAS SALVADÓ
Jordi.salas@urv.cat

**Comité
Científico-Educacional**

Coordinadora

• CRISTINA DE LA CUERDA COMPÉS

Secretaria

• PILAR MATÍA MARTÍN

Vocales

- CLEOFÉ PÉREZ PORTABELLA
- LAURA FRÍAS SORIANO
- CLARA VAQUERIZO ALONSO
- MARÍA DOLORES RUIZ LÓPEZ

**Coordinador Grupo
de Trabajo**

• GABRIEL OLVEIRA FUSTER

**Director de la Revista
Nutr Hosp**

• JESÚS CULEBRAS FERNÁNDEZ

IMPACT FACTOR 2013: 1,250 (JCR)

SUMARIO

LA REVISTA TIENE LAS DECLARACIONES DE CONFLICTOS DE INTERÉS FIRMADAS POR LOS AUTORES QUE PONDRÁ A DISPOSICIÓN DE QUIÉN LO SOLICITE

REVISIONES

- METILMERCURIO: RECOMENDACIONES EXISTENTES; MÉTODOS DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS; EVALUACIÓN ECONÓMICA 1
Montserrat González-Estecha (coordinadora), Andrés Bodas-Pinedo, María José Martínez-García, Elena M. Trasobares-Iglesias, Pilar Bermejo-Barrera, José María Ordóñez-Iriarte, María Teresa Llorente-Ballesteros, Santiago Prieto-Menchero, José Jesús Guillén-Pérez, Nieves Martell-Claros, María Ángeles Cuadrado-Cenzual, Miguel Ángel Rubio-Herrera, Jesús Román Martínez-Álvarez, Elpidio Calvo-Manuel, Rosaura Farré-Rovira, Miguel Ángel Herráiz-Martínez, Irene Bretón Lesmes, José Antonio García-Donaire, María Sáinz-Martín, Txantón Martínez-Astorquiza, Carmen Gallardo-Pino, Rafael Moreno-Rojas, Jordi Salas-Salvadó, María Blanco Fuentes, Manuel Arroyo-Fernández y Alfonso Calle Pascual
- DOCUMENTO DE CONSENSO SOBRE LA PREVENCIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL METILMERCURIO EN ESPAÑA 16
Montserrat González-Estecha (coordinadora), Andrés Bodas-Pinedo, José Jesús Guillén-Pérez, Miguel Ángel Rubio-Herrera, Jesús Román Martínez-Álvarez, Miguel Ángel Herráiz-Martínez, Nieves Martell-Claros, José M^a Ordóñez-Iriarte, María Sáinz-Martín, Rosaura Farré-Rovira, Txantón Martínez-Astorquiza, José Antonio García-Donaire, Elpidio Calvo-Manuel, Irene Bretón-Lesmes, Santiago Prieto-Menchero, María Teresa Llorente-Ballesteros, María José Martínez-García, Rafael Moreno-Rojas, Jordi Salas-Salvadó, Pilar Bermejo-Barrera, María Ángeles Cuadrado-Cenzual, Carmen Gallardo-Pino, María Blanco Fuentes, Miriam Torres-Moreno, Elena M. Trasobares-Iglesias, Bernardino Barceló Martín, Manuel Arroyo-Fernández y Alfonso Calle-Pascual
- ¿SON EFECTIVOS LOS SUPLEMENTOS ANTIOXIDANTES EN LA DISMINUCIÓN DEL DOLOR MUSCULAR TARDÍO? UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA 32
Ramón Candia-Luján, José Antonio De Paz Fernández y Osvaldo Costa Moreira
- MACRONUTRIENTES, INGESTA DE ALIMENTOS Y PESO CORPORAL; PAPEL DE LA GRASA 46
Jesús Alcalá-Bejarano Carrillo, María Dolores Yago Torregrosa, Mariano Mañas Almendros, María Belén López Millán, María Alba Martínez Burgos y Emilio Martínez de Victoria Muñoz
- TANINOS HIDROLIZABLES; BIOQUÍMICA, ASPECTOS NUTRICIONALES Y ANALÍTICOS Y EFECTOS EN LA SALUD 55
Francisco Javier Olivás-Aguirre, Abraham Wall-Medrano, Gustavo A. González-Aguilar, Jose Alberto López-Díaz, Emilio Álvarez-Parrilla, Laura A. de la Rosa y Arnulfo Ramos-Jimenez
- EL MANGO: ASPECTOS AGROINDUSTRIALES, VALOR NUTRICIONAL/FUNCIONAL Y EFECTOS EN LA SALUD 67
Abraham Wall-Medrano, Francisco J. Olivás-Aguirre, Gustavo R. Velderrain-Rodríguez, A. González-Aguilar, Laura A. de la Rosa, José A. López-Díaz y Emilio Álvarez-Parrilla
- FOSFOLÍPIDOS: PROPIEDADES Y EFECTOS SOBRE LA SALUD 76
Jairo Torres García y Samuel Durán Agüero
- BALÓN INTRAGASTRICO: REVISIÓN DE LOS DISPOSITIVOS ALTERNATIVOS A LOS MÉTODOS CLÁSICOS (BIOENTERICS) 84
Miguel Ángel Martínez Olmos, Emilia Cancer, Irene Bretón, Visitación Álvarez, Verónica Abilés, J. Abilés, Noelia Peláez, Carmen Mellado, Rose-Anne Mazure y Jesús Manuel Culebras; Grupo de Trabajo OBESMINVA de la SENPE
- DOCUMENTO DE CONSENSO: IMPORTANCIA NUTRICIONAL Y METABÓLICA DE LA LECHE 92
Elena Fernández Fernández, José Alfredo Martínez Hernández, Venancio Martínez Suárez, José Manuel Moreno Villares, Luis Rodolfo Collado Yurrita, Marta Hernández Cabria y Francisco Javier Morán Rey
- EFECTIVIDAD DE LAS INTERVENCIONES EDUCATIVAS REALIZADAS EN AMÉRICA LATINA PARA LA PREVENCIÓN DEL SOBREPESO Y OBESIDAD INFANTIL EN NIÑOS ESCOLARES DE 6 A 17 AÑOS: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA 102
Jenny Alejandra Mancipe Navarrete, Shanen Samanta Garcia Villamil, Jorge Enrique Correa Bautista, José Francisco Meneses-Echávez, Emilio González-Jiménez y Jacqueline Schmidt-RioValle

continuación ►►►

IMPACT FACTOR 2013: 1,250 (JCR)

SUMARIO (continuación)

LA REVISTA TIENE LAS DECLARACIONES DE CONFLICTOS DE INTERÉS FIRMADAS POR LOS AUTORES QUE PONDRÁ A DISPOSICIÓN DE QUIÉN LO SOLICITE

- ACTIVIDAD FÍSICA Y ACELEROMETRÍA; ORIENTACIONES METODOLÓGICAS, RECOMENDACIONES Y PATRONES 115
Fernando Calahorra Cañada, Gema Torres-Luque, Iván López-Fernández, Alejandro Santos-Lozano, Nuria Garatachea y Elvis Álvarez Carnero
- INFORMACIÓN PERCIBIDA POR LOS CONSUMIDORES A TRAVÉS DEL ETIQUETADO SOBRE LAS GRASAS PRESENTES EN LOS ALIMENTOS: REVISIÓN SISTEMÁTICA 129
Miren Itxaso Sebastian-Ponce, Javier Sanz-Valero, y Carmina Wanden-Berghe
- MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE PROGRAMAS NUTRICIONALES DE GRAN ESCALA EN AMÉRICA LATINA: UNA REVISIÓN INTEGRATIVA 143
Luz Stella Álvarez Castaño, Elsurey Johana Pérez Isaza, Juan Diego Góez Rueda, Ana Rivera Jaramillo y Carolina Peña Ochoa
- EFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN CON SS-ALANINA SOBRE EL RENDIMIENTO DEPORTIVO 155
Raúl Domínguez, Juan H Lougado, José Luis Maté-Muñoz y Manuel Vicente Garnacho-Castaño
- EFECTO DE LOS BETA-GLUCANOS EN EL CONTROL DE LOS NIVELES DE GLUCOSA EN PACIENTES DIABÉTICOS: REVISIÓN SISTEMÁTICA 170
Eric Francelino Andrade, Raquel Vieira Lobato, Ticiane Vasques de Araújo, Márcio Gilberto Zangerônimo, Raimundo Vicente de Sousa y Luciano José Pereira.
- ORIGINALES**
- Obesidad**
- FACTORES CONDICIONANTES DEL ESTADO PONDERAL 178
Ismael San Mauro, Ana Megias, Patricia Bodega, Belén García de Angulo, Paula Rodríguez, Graciela Grande, Víctor Micó, Elena Romero, Diana Fajardo y Nuria García.
- PREVALENCIA DE LA OBESIDAD EN ALUMNOS DE PRIMARIA ENTRE 2009 Y 2014 EN CHINA: META-ANÁLISIS 185
Yanhong Qi, Yang Yu, Kaisheng Li, Zhihong Chen, Yuanchang Liu y Hongmei Zhang
- CONSUMO DE BEBIDAS ENERGÉTICAS, ALCOHÓLICAS Y AZUCARADAS EN JÓVENES UNIVERSITARIOS DE LA FRONTERA MÉXICO-USA 191
Luis Mario Gómez-Miranda, Montserrat Bacardi-Gascón, Nuris Yohana Caravali-Meza y Arturo Jiménez-Cruz
- RIESGO ASOCIADO A OBESIDAD SEGÚN ESTADIAJE DE EDMONTON EN CIRUGÍA BARIÁTRICA 196
Ana Isabel de Cos, Jersy J. Cardenas, Beatriz Pelegrina, María Concepción Roldan, Isabel Calvo, Clotilde Vázquez y Luis Felipe Pallardo
- AUTOPERCEPCIÓN DEL ESTADO PONDERAL Y LA FORMA FÍSICA Y SU RELACIÓN CON EL NIVEL DE ACTIVIDAD FÍSICA REALIZADO, CONDUCTAS ALIMENTARIAS Y BIENESTAR PSICOSOCIAL 203
Inmaculada Ruiz-Prieto, Rocío Carbonero-Carreño, Ignacio Jáuregui-Lobera
- PREVALENCIA DE FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR, LA ASOCIACIÓN CON LAS VARIABLES SOCIOECONÓMICAS EN LOS ADOLESCENTES EN REGIÓN DE BAJA RENTA 217
Marcus Vinícius Nascimento-Ferreira, Augusto Cesar F de Moraes, Heraclito B Carvalho, Luis A Moreno, André Luiz Gomes Carneiro, Victor Manuel Machado dos Reis y Francisco Leonardo Torres-Leal.
- Pediatría**
- DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN CUESTIONARIO DE CALIDAD DIETÉTICA DE LOS MENÚS ESCOLARES 225
Beatriz de Mateo Silleras, María Alicia Camina Martín, Berta Ojeda Sainz, Laura Carreño Enciso, Sandra de la Cruz Marcos, José Manuel Marugán de Miguelsanz y Paz Redondo del Río
- EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD FÍSICA DE PREPARADOS PARENTERALES “TODO EN UNO” PARA ATENCIÓN PEDIÁTRICA DOMICILIARIA CON ALTAS CONCENTRACIONES DE ELECTROLITOS 236
Watrobska-Swietlikowska Dorota, Szlagatys-Sidorkiewicz Agnieszka, y Katarzyna Łuszkiewicz

continuación ►►►

IMPACT FACTOR 2013: 1,250 (JCR)

SUMARIO (continuación)

LA REVISTA TIENE LAS DECLARACIONES DE CONFLICTOS DE INTERÉS FIRMADAS POR LOS AUTORES QUE PONDRÁ A DISPOSICIÓN DE QUIÉN LO SOLICITE

- FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS CON LA DEPLECIÓN DE HIERRO Y PARASITOSIS EN NIÑOS PREESCOLARES Y ESCOLARES DE ARANDAS, JALISCO, MÉXICO 244
Edgar M. Vásquez-Garibay, Liliana Romina Campos Barrera, Enrique Romero Velarde, Lizette Miranda Ríos, María Eugenia Nuño Cosío and Francisco Nápoles Rodríguez
- EQUIPOS DE ASISTENCIA NUTRICIONAL: LA COOPERACIÓN ENTRE MÉDICOS Y FARMACÉUTICOS AYUDA A MEJORAR LA RENTABILIDAD DE LA NUTRICIÓN PARENTERAL DOMICILIARIA (NPD)..... 251
Magdalena Pietka, Dorota Watrobska-Swietlikowska, Kinga Szczepanek, Piotr Szybinski, Małgorzata Sznitowska y Stanisław Kłęk
- NEOFOBIA ALIMENTARIA: IMPACTO SOBRE LOS HÁBITOS ALIMENTARIOS Y ACEPTACIÓN DE ALIMENTOS SALUDABLES EN USUARIOS DE COMEDORES ESCOLARES..... 260
Alejandra Rodríguez-Tadeo, Begoña Patiño Villena, Rene Urquidez-Romero, María Elena Vidaña-Gaytán, María Jesús Periago Caston, Gaspar Ros Berrueto y Eduardo González Martínez-Lacuesta.
- FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR EN NIÑOS Y ADOLESCENTES CON TRASTORNO DE ANSIEDAD Y SU ASOCIACIÓN CON LA GRAVEDAD DE LA ENFERMEDAD 269
Gabriela Cheuiche Pires, Fernanda Camboim Rockett, Giovanni Abrahão Salum, Gisele Gus Manfro y Vera Lúcia Bosa
- Síndrome metabólico**
- RELACIONES DE LOS NIVELES SÉRICOS DE CALCIO Y MAGNESIO CON LOS DE HOMOCISTEÍNA, LIPOPROTEÍNAS, Y MARCADORES DE SENSIBILIDAD/RESISTENCIA A LA INSULINA AL NACIMIENTO 278
Hanna K Ziniewicz, Eva Gesteiro, M José González-Muñoz, Sara Bastida y Francisco J Sánchez-Muniz
- ESTUDIO DEL SÍNDROME METABÓLICO Y DE LA OBESIDAD EN PACIENTES EN HEMODIÁLISIS 286
Angel I. Quero Alfonso, Ruth Fernández Gallegos, Rafael Fernández Castillo, Francisco Javier Gomez Jimenez, María del Carmen García Rios e Inmaculada García García
- EFECTOS DE EXENATIDE LAR EN DIABETES MELLITUS TIPO 2 Y OBESIDAD..... 292
Roberto Sierra Poyatos, Pilar Riobó Serván y Clotilde Vázquez Martínez
- LA ADICIÓN DE FUENTES DE FIBRA DIETÉTICA A BATIDOS REDUCE LA GLUCEMIA POSPRANDIAL Y ALTERA LA INGESTA DE ALIMENTOS 299
Flávia Galvão Cândido, Winder Tadeu Silva Ton y Rita de Cássia Gonçalves Alfenas
- LOS NIVELES DE HDL MÁS ALTOS SON UN FACTOR PREVENTIVO PARA EL SÍNDROME METABÓLICO DE LOS NIÑOS TURCOS QUE SUFREN DE OBESIDAD..... 307
Samet Özer, Resul Yılmaz, Nafia Özlem Kazancı, Ergün Sönmezgöz, Erhan Karaaslan, Buket Altuntaş y Yunus Emre Kuyucu
- EFECTO DEL CONSUMO DE PANES INTEGRALES CON AMARANTO (AMARANTHUS DUBIUS MART; EX THELL.) SOBRE LA RESPUESTA GLICÉMICA Y PARÁMETROS BIOQUÍMICOS EN RATAS SPRAGUE DAWLEY..... 313
Keyla Carolina Montero-Quintero, Rafael Moreno-Rojas, Edgar Alí Molina, Máximo Segundo Colina-Barriga y Adriana Beatriz Sánchez-Urdaneta
- Nutrición enteral**
- GASTROSTOMÍAS PERCUTÁNEAS RADIOLÓGICAS (GRP), 17 AÑOS DE EXPERIENCIA, SERIE DE CASOS DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN DEL ROCÍO 321
Magnolia del Carmen Navarro Falcón, Ana Parejo Campos, José Luis Pereira Cunill y Pedro Pablo García Luna
- Alimentos funcionales**
- ESTUDIO DE TOLERANCIA Y ACEPTACION DE UNA FORMULA ENTERAL HIPERPROTEICA ENRIQUECIDA EN FIBRA 326
Daniel Antonio de Luis, Olatz Izaola, A. Castro, M. Martín, B. Torres, J. J. Lopez Gomez, E. Gomez Hoyos y Mercedes Blanco Naveira.
- DESARROLLO DE UNA GOLOSINA TIPO “GOMITA” REDUCIDA EN CALORÍAS MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN DE AZÚCARES CON STEVIA REBAUDIANA B..... 334
Irma Aranda-González, Óscar Tamayo-Dzul, Enrique Barbosa-Martín, Maira Segura-Campos, Yolanda Moguel-Ordoñez y David Betancur-Ancona

continuación ►►►

IMPACT FACTOR 2013: 1,250 (JCR)

SUMARIO (continuación)

LA REVISTA TIENE LAS DECLARACIONES DE CONFLICTOS DE INTERÉS FIRMADAS POR LOS AUTORES QUE PONDRÁ A DISPOSICIÓN DE QUIÉN LO SOLICITE

Ancianos

- INDICADORES DE ESTRÉS OXIDATIVO EN SUERO Y COMPORTAMIENTO ALIMENTARIO EN ADULTOS DE UNA ZONA RURAL DE JALISCO, MÉXICO 341
Mónica Navarro-Meza, Omar Arroyo-Helguera, Fermin Pacheco-Moisés, María Luisa Pita- López, Felipe Santoyo-Telles y Genaro G. Ortiz
- EFECTO DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO PERIODIZADO DE EJERCICIO ACUÁTICO SOBRE LA AUTONOMÍA FUNCIONAL EN ADULTAS MAYORES 351
Paulina Yesica Ochoa Martínez, Javier Arturo Hall López, Alberto Paredones Hernández y Estélio Henrique Martin Dantas
- RELACIÓN ENTRE LAS HORAS DE SUEÑO Y CONSTIPACIÓN EN ADULTOS MAYORES CHILENOS 357
Natalia González Cañete, Francisca Peña D'ardaillon, Priscila Candia Johns y Samuel Durán Agüero
- ESTADIO NUTRICIONAL, MASA MUSCULAR Y FUERZA DE ANCIANOS EN EL SUR DE BRASIL 363
María Helena Klee Oehlschlaeger, Carla Alberici Pastore, Adriana Schüller Cavalli y María Cristina Gonzalez

Cáncer

- CÁNCER DE MAMA E IMAGEN CORPORAL COMO FACTOR PRONÓSTICO DE DEPRESIÓN. UN ESTUDIO DE CASO EN CIUDAD DE MÉXICO 371
María J. Aguilar Cordero, Norma Mur Villar, Marisol Neri Sánchez, María L. Pimentel-Ramírez, Arturo García-Rillo y Eusebio Gómez Valverde
- HIPERTIROIDISMO TRANSITORIO TRAS LARINGECTOMÍA TOTAL POR CÁNCER LARÍNGEO 380
Eduardo Salazar Thieroldt, Jorge Boado Lama, Sheila Molinero Abad y Alberto Miján de la Torre
- VALORACIÓN SUBJETIVA GLOBAL GENERADA POR EL PACIENTE Y LA ANTROPOMETRÍA CLÁSICA: COMPARACIÓN ENTRE LOS MÉTODOS EN LA DETECCIÓN DE DESNUTRICIÓN EN ANCIANOS CON CÁNCER 384
Carolina Araújo dos Santos, Carla de Oliveira Barbosa Rosa, Andréia Queiroz Ribeiro y Rita de Cássia Lanes Ribeiro

Deporte y ejercicio

- PREVALENCIA DE BARRERAS PARA LA PRÁCTICA DE ACTIVIDAD FÍSICA EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS 393
Robinson Ramírez-Vélez, Alejandra Tordecilla-Sanders, David Laverde, Juan Gilberto Hernández-Novoa, Marcelo Ríos, Fernando Rubio, Jorge Enrique Correa y Javier Martínez-Torres
- EFECTO DEL *PHLEBODIUM DECUMANUM* Y DE LA COENZIMA Q10 SOBRE EL RENDIMIENTO DEPORTIVO EN JUGADORES PROFESIONALES DE VOLEIBOL 401
Juan José García Verazaluze, María del Carmen Vargas Corzo, María José Aguilar Cordero, Francisco Ocaña Peinado, Álvaro Sarmiento Ramírez y Rafael Guisado Barrilao
- CUMPLIMIENTO DE LAS RECOMENDACIONES DE ACTIVIDAD FÍSICA PARA LA SALUD EN ADULTOS HIPERTENSOS 415
Cristina Romero Blanco, Diego José Villalvilla Soria, Esther Cabanillas Cruz, María Laguna Nieto y Susana Aznar Laín
- ESTUDIO COMPARADO DE LA INTENSIDAD DE ENTRENAMIENTO SOBRE LA MÁXIMA TASA DE OXIDACIÓN DE GRASAS 421
David Ulloa, Belén Feriche, Paola Barboza y Paulino Padial
- EFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN CON SS-ALANINA EN TESTS DE WINGATE EN JUGADORAS UNIVERSITARIAS DE FÚTBOL FEMENINO 430
Fernando Rodríguez Rodríguez, Alex Delgado Ormeño, Patricio Rivera Lobos, Víctor Tapia Aranda y Carlos Cristi-Montero

continuación ►►►

IMPACT FACTOR 2013: 1,250 (JCR)

SUMARIO (continuación)

LA REVISTA TIENE LAS DECLARACIONES DE CONFLICTOS DE INTERÉS FIRMADAS POR LOS AUTORES QUE PONDRÁ A DISPOSICIÓN DE QUIÉN LO SOLICITE

Valoración nutricional

- LA PREDICCIÓN DE LA TALLA DIANA POR EL MÉTODO DE TANNER INFRAVALORA LA TALLA FINAL EN JÓVENES DE ZONA RURAL DEL SUDESTE DE ESPAÑA..... 436
Rafael Ríos, Vicente Bosch, Fernando Santonja, José Manuel López y Marta Garaulet
- ESTADO DE LOS CUIDADOS ALIMENTARIOS Y NUTRICIONALES EN LOS HOSPITALES PÚBLICOS DEL ECUADOR..... 443
Sylvia Gallegos Espinosa, Marcelo Nicolalde Cifuentes y Sergio Santana Porbén
- HÁBITOS ALIMENTARIOS Y CONDUCTAS RELACIONADAS CON LA SALUD EN UNA POBLACIÓN UNIVERSITARIA..... 449
Violeida Sánchez Socarrás y Alicia Aguilar Martínez

Otros

- MACRONUTRIENTES Y CONTENIDO DE ENERGÍA DE LA DIETA HOSPITALARIA ORAL RECIBIDO POR PACIENTE CON ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA EN TRATAMIENTO CONSERVADOR..... 458
Janiara David Silva J., Karine A. Louvera Silva, Sueli R. Baggio, Marcelo A. Morgano, Aline S. Aguiar Nemer y Késia D. Quintaes
 - FRECUENCIA DE COMIDAS FUERA DE CASA Y CALIDAD DE HIDRATOS DE CARBONO Y DE GRASAS EN EL PROYECTO SUN..... 466
Cecilia Villacis, Itziar Zazpe, Susana Santiago, Carmen de la Fuente-Arriaga, Maira Bes-Rastrollo, y Miguel Angel Martínez-González,
 - INSEGURIDAD ALIMENTARIA Y VULNERABILIDAD SOCIAL EN CHIAPAS: EL ROSTRO DE LA POBREZA..... 475
Julio C. Martínez-Rodríguez, Néstor R. García-Chong, Laura E. Trujillo-Olivera y Lucio Noriero-Escalante
 - RESPUESTA GLUCÉMICA DE ALGARROBO (*CERATONIA SILIQUA L*) EN SUJETOS SANOS Y CON EL ÍNDICE DE HIDRÓLISIS *IN VITRO*..... 482
Luciana Milek dos Santos, Lindamir Tomzack Tulio, Leticia Fuganti Campos, Marcelo Ramos Dorneles y Cláudia Carneiro Hecke Krüger
 - PRESENCIA Y ADECUACIÓN DE LOS TÉRMINOS SOBRE ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN EN LAS EDICIONES ESPAÑOLA E INGLESA DE LA WIKIPEDIA: COMPARACIÓN CON LA ENCICLOPEDIA MINI LAROUSSE..... 488
Laura María Cabrera-Hernández, Carmina Wanden-Berghe, Celeste Curbelo Castro y Javier Sanz-Valero
 - PAPEL DE APOA1 EN LIPOPROTEÍNAS DE ALTA DENSIDAD: UNA INTERVENCIÓN CON ESTEROLES VEGETALES EN PACIENTES CON HIPERCOLESTEROLEMIA..... 494
Ismael San Mauro Martín, Luis Collado Yurrita, María Ángeles Cuadrado Cenzual, María José Ciudad Cabañas y Paula Mendive Dubourdieu.
 - ADECUACIÓN DE ENERGÍA Y LA INGESTA DE NUTRIENTES EN PACIENTES CON INSUFICIENCIA CARDIACA..... 500
Karina Sanches Machado d'Almeida, Ingrid Dalira Schweigert Perry, Nadine Clausell y Gabriela Corrêa Souza.
 - PREDICTORES DE HIPERLIPIDEMIA DURANTE LA PRIMERA MITAD DEL EMBARAZO EN MUJERES MEXICANAS..... 508
Adriana Garduño-Alanís, Gilberto Vázquez-de Anda, Roxana Valdés-Ramos, Juan O. Talavera, Javier E. Herrera-Villalobos, Gerardo G. Huitrón-Bravo y Eduardo Hernández-Garduño
- ## CASO CLÍNICO
- UNA EMULSIÓN LIPÍDICA BASADA EXCLUSIVAMENTE EN ACEITE DE PESCADO REVIERTE LA COLESTASIS..... 514
Miryam Triana Junco, Natalia García Vázquez, Carlos Zozaya, Marta Ybarra Zabala, Steven Abrams, Abelardo García de Lorenzo y Miguel Sáenz de Pipaón Marcos
- ## OTROS
- REVISORES DE ORIGINALES PUBLICADOS 2014..... 517
 - INFORME SOBRE EL PROCESO EDITORIAL INTERNO DE LA REVISTA EN 2014..... 518

continuación ►►►

IMPACT FACTOR 2013: 1,250 (JCR)

SUMMARY

REVIEWS

- METHYLMERCURY: EXISTING RECOMMENDATIONS; METHODS OF ANALYSING AND INTERPRETING THE RESULTS; ECONOMIC EVALUATION 1
Montserrat González-Estecha (coordinadora), Andrés Bodas-Pinedo, María José Martínez-García, Elena M. Trasobares-Iglesias, Pilar Bermejo-Barrera, José María Ordóñez-Iriarte, María Teresa Llorente-Ballesteros, Santiago Prieto-Menchero, José Jesús Guillén-Pérez, Nieves Martell-Claros, María Ángeles Cuadrado-Cenzual, Miguel Ángel Rubio-Herrera, Jesús Román Martínez-Álvarez, Elpidio Calvo-Manuel, Rosaura Farré-Rovira, Miguel Ángel Herráiz-Martínez, Irene Bretón Lesmes, José Antonio García-Donaire, María Sáinz-Martín, Txantón Martínez-Astorquiza, Carmen Gallardo-Pino, Rafael Moreno-Rojas, Jordi Salas-Salvadó, María Blanco Fuentes, Manuel Arroyo-Fernández and Alfonso Calle Pascual
- CONSENSUS DOCUMENT ON THE PREVENTION OF EXPOSURE TO METHYLMERCURY IN SPAIN 16
Montserrat González-Estecha (coordinadora), Andrés Bodas-Pinedo, José Jesús Guillén-Pérez, Miguel Ángel Rubio-Herrera, Jesús Román Martínez-Álvarez, Miguel Ángel Herráiz-Martínez, Nieves Martell-Claros, José M^a Ordóñez-Iriarte, María Sáinz-Martín, Rosaura Farré-Rovira, Txantón Martínez-Astorquiza, José Antonio García-Donaire, Elpidio Calvo-Manuel, Irene Bretón-Lesmes, Santiago Prieto-Menchero, María Teresa Llorente-Ballesteros, María José Martínez-García, Rafael Moreno-Rojas, Jordi Salas-Salvadó, Pilar Bermejo-Barrera, María Ángeles Cuadrado-Cenzual, Carmen Gallardo-Pino, María Blanco Fuentes, Miriam Torres-Moreno, Elena M. Trasobares-Iglesias, Bernardino Barceló Martín, Manuel Arroyo-Fernández and Alfonso Calle-Pascual
- ARE ANTIOXIDANT SUPPLEMENTS EFFECTIVE IN REDUCING DELAYED ONSET MUSCLE SORENESS? A SYSTEMATIC REVIEW 32
Ramón Candia-Luján, José Antonio De Paz Fernández and Osvaldo Costa Moreira
- MACRONUTRIENTS, FOOD INTAKE AND BODY WEIGHT; THE ROLE OF FAT 46
Jesús Alcalá-Bejarano Carrillo, María Dolores Yago Torregrosa, Mariano Mañas Almendros, María Belén López Millán, María Alba Martínez Burgos and Emilio Martínez de Victoria Muñoz
- HYDROLYZABLE TANNINS; BIOCHEMISTRY, NUTRITIONAL & ANALYTICAL ASPECTS AND HEALTH EFFECTS 55
Francisco Javier Olivás-Aguirre, Abraham Wall-Medrano, Gustavo A. González-Aguilar, Jose Alberto López-Díaz, Emilio Álvarez-Parrilla, Laura A. de la Rosa and Arnulfo Ramos-Jimenez
- MANGO: AGROINDUSTRIAL ASPECTS, NUTRITIONAL/FUNCTIONAL VALUE AND HEALTH EFFECTS 67
Abraham Wall-Medrano, Francisco J. Olivás-Aguirre, Gustavo R. Velderrain-Rodríguez, A. González-Aguilar, Laura A. de la Rosa, José A. López-Díaz and Emilio Álvarez-Parrilla
- PHOSPHOLIPIDS: PROPERTIES AND HEALTH EFFECTS 76
Jairo Torres García and Samuel Durán Agüero
- INTRAGASTRIC BALLOON: A REVIEW CONCERNING ALTERNATIVE BALLOONS COMPARED TO THE CLASSICAL ONES (BIOENTERICS) 84
Miguel Ángel Martínez Olmos, Emilia Cancer, Irene Bretón, Visitación Álvarez, Verónica Abilés, J. Abilés, Noelia Peláez, Carmen Mellado, Rose-Anne Mazure and Jesús Manuel Culebras; Grupo de Trabajo OBESMINVA de la SENPE
- CONSENSUS DOCUMENT: NUTRITIONAL AND METABOLIC IMPORTANCE OF COW'S MILK 92
Elena Fernández Fernández, José Alfredo Martínez Hernández, Venancio Martínez Suárez, José Manuel Moreno Villares, Luis Rodolfo Collado Yurrita, Marta Hernández Cabria and Francisco Javier Morán Rey
- EFFECTIVENESS OF EDUCATIONAL INTERVENTIONS CONDUCTED IN LATIN AMERICA FOR THE PREVENTION OF OVERWEIGHT AND OBESITY IN SCHOLAR CHILDREN FROM 6-17 YEARS OLD; A SYSTEMATIC REVIEW 102
Jenny Alejandra Mancipe Navarrete, Shanen Samanta Garcia Villamil, Jorge Enrique Correa Bautista, José Francisco Meneses-Echávez, Emilio González-Jiménez and Jacqueline Schmidt-RioValle

THE JOURNAL HAS CONFLICTS OF INTEREST DECLARATIONS FORMS SIGNED BY THE AUTHORS THAT MAY BE PROVIDED TO ANYONE ASKING FOR THEM

continued ►►►

IMPACT FACTOR 2013: 1,250 (JCR)

SUMMARY (continuation)

THE JOURNAL HAS CONFLICTS OF INTEREST DECLARATIONS FORMS SIGNED BY THE AUTHORS THAT MAY BE PROVIDED TO ANYONE ASKING FOR THEM

- PHYSICAL ACTIVITY AND ACCELEROMETER; METHODOLOGICAL TRAINING, RECOMMENDATIONS AND MOVEMENT PATTERNS IN SCHOOL..... 115
Fernando Calahorra Cañada, Gema Torres-Luque, Iván López-Fernández, Alejandro Santos-Lozano, Nuria Garatachea and Elvis Álvarez Carnero
- INFORMATION PERCEIVED BY CONSUMERS THROUGH FOOD LABELING ON FATS: A SYSTEMATIC REVIEW 129
Miren Itxaso Sebastian-Ponce, Javier Sanz-Valero, and Carmina Wanden-Berghe
- METHODS FOR EVALUATING LARGE-SCALE NUTRITION PROGRAMS IN LATIN AMERICA: AN INTEGRATIVE REVIEW 143
Luz Stella Álvarez Castaño, Elsurey Johana Pérez Isaza, Juan Diego Góez Rueda, Ana Rivera Jaramillo and Carolina Peña Ochoa
- EFFECTS OF SS-ALANINE SUPPLEMENTATION ON ATHLETIC PERFORMANCE..... 155
Raúl Domínguez, Juan H Lougedo, José Luis Maté-Muñoz and Manuel Vicente Garnacho-Castaño
- EFFECT OF BETA-GLUCANS IN THE CONTROL OF BLOOD GLUCOSE LEVELS OF DIABETIC PATIENTS: A SYSTEMATIC REVIEW..... 170
Eric Francelino Andrade, Raquel Vieira Lobato, Ticiana Vasques de Araújo, Márcio Gilberto Zangerônimo, Raimundo Vicente de Sousa and Luciano José Pereira.
- ORIGINALS**
- Obesity**
- CONDITIONING FACTORS OF WEIGHT CONDITION 178
Ismael San Mauro, Ana Megias, Patricia Bodega, Belén García de Angulo, Paula Rodríguez, Graciela Grande, Víctor Micó, Elena Romero, Diana Fajardo and Nuria García.
- PREVALENCE OF OBESITY AMONG PRIMARY STUDENTS BETWEEN 2009 TO 2014 IN CHINA: A META-ANALYSIS 185
Yanhong Qi, Yang Yu, Kaisheng Li, Zhihong Chen, Yuanchang Liu and Hongmei Zhang
- CONSUMPTION OF SWEETENED, ENERGY AND ALCOHOLIC BEVERAGES AMONG COLLEGE STUDENTS IN THE MÉXICO-US BORDER..... 191
Luis Mario Gómez-Miranda, Montserrat Bacardí-Gascón, Nuris Yohana Caravali-Meza and Arturo Jiménez-Cruz
- OBESITY ASSOCIATED RISK USING EDMONTON STAGING IN BARIATRIC SURGERY 196
Ana Isabel de Cos, Jersy J. Cardenas, Beatriz Pelegrina, María Concepción Roldan, Isabel Calvo, Clotilde Vázquez and Luis Felipe Pallardo
- WEIGHT MISPERCEPTION AND PHYSICAL FITNESS PERCEPTION IN RELATION TO THE PHYSICAL ACTIVITY LEVEL, DIETARY BEHAVIOUR AND PSYCHOSOCIAL WELL-BEING 203
Inmaculada Ruiz-Prieto, Rocío Carbonero-Carreño, Ignacio Jáuregui-Lobera
- PREVALENCE OF CARDIOVASCULAR RISK FACTORS, THE ASSOCIATION WITH SOCIOECONOMIC VARIABLES IN ADOLESCENTS FROM LOW-INCOME REGION 217
Marcus Vinícius Nascimento-Ferreira, Augusto Cesar F de Moraes, Heraclito B Carvalho, Luis A Moreno, André Luiz Gomes Carneiro, Victor Manuel Machado dos Reis and Francisco Leonardo Torres-Leal.
- Pediatrics**
- DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A QUESTIONNAIRE TO EVALUATE THE DIETARY QUALITY OF SCHOOL MEALS 225
Beatriz de Mateo Silleras, María Alicia Camina Martín, Berta Ojeda Sainz, Laura Carreño Enciso, Sandra de la Cruz Marcos, José Manuel Marugán de Miguelsanz and Paz Redondo del Río
- EVALUATION OF PHYSICAL STABILITY OF ALL IN ONE PARENTERAL ADMIXTURES FOR PEDIATRIC HOME CARE WITH HIGH ELECTROLYTES CONCENTRATIONS..... 236
Watrobska-Swietlikowska Dorota, Szlagatys-Sidorkiewicz Agnieszka, and Katarzyna Łuszkiewicz

continued ►►►

IMPACT FACTOR 2013: 1,250 (JCR)

SUMMARY (continuation)

THE JOURNAL HAS CONFLICTS OF INTEREST DECLARATIONS FORMS SIGNED BY THE AUTHORS THAT MAY BE PROVIDED TO ANYONE ASKING FOR THEM

- RISK FACTORS ASSOCIATED WITH IRON DEPLETION AND PARASITES IN PRESCHOOL AND SCHOOL CHILDREN OF ARANDAS, JALISCO, MÉXICO 244
Edgar M. Vásquez-Garibay, Liliana Romina Campos Barrera, Enrique Romero Velarde, Lizette Miranda Ríos, María Eugenia Nuño Cosío and Francisco Nápoles Rodríguez
- NUTRITIONAL SUPPORT TEAMS: THE COOPERATION AMONG PHYSICIANS AND PHARMACISTS HELPS IMPROVE COST-EFFECTIVENESS OF HOME PARENTERAL NUTRITION (HPN) 251
Magdalena Pietka, Dorota Watrobska-Swietlikowska, Kinga Szczepanek, Piotr Szybinski, Małgorzata Sznitowska and Stanisław Kłęk
- FOOD NEOPHOBIA: IMPACT ON FOOD HABITS AND ACCEPTANCE OF HEALTHY FOODS IN SCHOOLCHILDREN 260
Alejandra Rodríguez-Tadeo, Begoña Patiño Villena, Rene Urquidez-Romero, María Elena Vidaña-Gaytán, María Jesús Periago Castón, Gaspar Ros Berrueto and Eduardo González Martínez-Lacuesta.
- CARDIOVASCULAR RISK FACTORS IN CHILDREN AND ADOLESCENTS WITH ANXIETY DISORDERS AND THEIR ASSOCIATION WITH DISEASE SEVERITY 269
Gabriela Cheuiche Pires, Fernanda Camboim Rockett, Giovanni Abrahão Salum, Gisele Gus Manfro and Vera Lúcia Bosa
- Metabolic syndrome**
- RELATIONSHIPS BETWEEN SERUM CALCIUM AND MAGNESIUM LEVELS AND LIPOPROTEINS, HOMOCYSTEINE AND INSULIN RESISTANCE/SENSITIVITY MARKERS AT BIRTH 278
Hanna K Ziniewicz, Eva Gesteiro, M José González-Muñoz, Sara Bastida and Francisco J Sánchez-Muniz
- STUDY OF THE METABOLIC SYNDROME AND OBESITY IN HEMODIALYSIS PATIENTS 286
Angel I. Quero Alfonso, Ruth Fernández Gallegos, Rafael Fernández Castillo, Francisco Javier Gomez Jimenez, María del Carmen García Rios and Inmaculada García García
- EFFECTS OF EXENATIDE LAR IN TYPE 2 DIABETES MELLITUS AND OBESITY 292
Roberto Sierra Poyatos, Pilar Riobó Serván and Clotilde Vázquez Martínez
- ADDITION OF DIETARY FIBER SOURCES TO SHAKES REDUCES POSTPRANDIAL GLYCEMIA AND ALTERS FOOD INTAKE 299
Flávia Galvão Cândido, Winder Tadeu Silva Ton and Rita de Cássia Gonçalves Alfenas
- HIGHER HDL LEVELS ARE A PREVENTIVE FACTOR FOR METABOLIC SYNDROME IN OBESE TURKISH CHILDREN 307
Samet Özer, Resul Yılmaz, Nafia Özlem Kazancı, Ergün Sönmezgöz, Erhan Karaaslan, Buket Altuntaş and Yunus Emre Kuyucu
- EFFECT OF CONSUMPTION OF BREAD WITH AMARANTH (AMARANTHUS DUBIUS MART. EX THELL.) ON GLYCEMIC RESPONSE AND BIOCHEMICAL PARAMETERS IN SPRAGUE DAWLEY RATS 313
Keyla Carolina Montero-Quintero, Rafael Moreno-Rojas, Edgar Alí Molina, Máximo Segundo Colina-Barriga and Adriana Beatriz Sánchez-Urdaneta
- Enteral nutrition**
- RADIOLOGICAL PERCUTANEOUS GASTROSTOMY (GRP), 17 AÑOS DE EXPERIENCIA, SERIE DE CASOS DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN DEL ROCÍO 321
Magnolia del Carmen Navarro Falcón, Ana Parejo Campos, José Luis Pereira Cunill and Pedro Pablo García Luna
- Functional food**
- STUDY OF TOLERANCE AND ACCEPTABILITY OF A HYPERPROTEIC ENTERAL FORMULA ENRICHED IN FIBER 326
Daniel Antonio de Luis, Olatz Izaola, A. Castro, M. Martín, B. Torres, J. J. Lopez Gomez, E. Gomez Hoyos and Mercedes Blanco Naveira.
- DEVELOPMENT OF A GUMMY CANDY REDUCED IN CALORIES BY SUGAR SUBSTITUTION WITH STEVIA REBAUDIANA B 334
Irma Aranda-González, Óscar Tamayo-Dzul, Enrique Barbosa-Martín, Maira Segura-Campos, Yolanda Moguel-Ordoñez and David Betancur-Ancona

continued ►►►

IMPACT FACTOR 2013: 1,250 (JCR)

SUMMARY (continuation)

THE JOURNAL HAS CONFLICTS OF INTEREST DECLARATIONS FORMS SIGNED BY THE AUTHORS THAT MAY BE PROVIDED TO ANYONE ASKING FOR THEM

Elderly

- LEVELS OF OXIDATIVE STRESS IN SERUM AND DIETARY BEHAVIOR IN ADULTS IN A RURAL AREA OF JALISCO, MEXICO 341
Mónica Navarro-Meza, Omar Arroyo-Helguera, Fermin Pacheco-Moisés, María Luisa Pita- López, Felipe Santoyo-Telles and Genaro G. Ortiz
- EFFECT OF PERIODIZED WATER EXERCISE TRAINING PROGRAM ON FUNCTIONAL AUTONOMY IN ELDERLY WOMEN 351
Paulina Yesica Ochoa Martínez, Javier Arturo Hall López, Alberto Paredones Hernández and Estélio Henrique Martin Dantas
- RELATIONSHIP BETWEEN SLEEP AND CONSTIPATION IN THE ELDERLY CHILEANS 357
Natalia González Cañete, Francisca Peña D'ardailon, Priscila Candia Johns and Samuel Durán Agüero
- NUTRITIONAL STATUS, MUSCLE MASS AND STRENGTH OF ELDERLY IN SOUTHERN BRAZIL 363
María Helena Klee Oehlschlaeger, Carla Alberici Pastore, Adriana Schüler Cavalli and María Cristina Gonzalez

Cancer

- BREAST CANCER AND BODY IMAGE AS A PROGNOSTIC FACTOR OF DEPRESSION: A CASE STUDY IN MÉXICO CITY 371
María J. Aguilar Cordero, Norma Mur Villar, Marisol Neri Sánchez, María L. Pimentel-Ramírez, Arturo García-Rillo and Eusebio Gómez Valverde
- TRANSIENT HYPERTHYROIDISM AFTER TOTAL LARYNGECTOMY FOR LARYNGEAL CANCER 380
Eduardo Salazar Thieroldt, Jorge Boado Lama, Sheila Molinero Abad and Alberto Miján de la Torre
- PATIENT-GENERATED SUBJECTIVE GLOBAL ASSESSMENT AND CLASSIC ANTHROPOMETRY: COMPARISON BETWEEN THE METHODS IN DETECTION OF MALNUTRITION AMONG ELDERLY WITH CANCER 384
Carolina Araújo dos Santos, Carla de Oliveira Barbosa Rosa, Andréia Queiroz Ribeiro and Rita de Cássia Lanes Ribeiro

Sports and exercise

- THE PREVALENCE OF BARRIERS FOR COLOMBIAN COLLEGE STUDENTS ENGAGING IN PHYSICAL ACTIVITY 393
Robinson Ramírez-Vélez, Alejandra Tordecilla-Sanders, David Laverde, Juan Gilberto Hernández-Novoa, Marcelo Ríos, Fernando Rubio, Jorge Enrique Correa and Javier Matínez-Torres
- EFFECT OF PHLEBODIUM DECUMANUM AND COENZYME Q10 ON SPORTS PERFORMANCE IN PROFESSIONAL VOLLEYBALL PLAYERS 401
Juan José García Verazaluze, María del Carmen Vargas Corzo, María José Aguilar Cordero, Francisco Ocaña Peinado, Álvaro Sarmiento Ramírez and Rafael Guisado Barrilao
- ACHIEVEMENT OF PHYSICAL ACTIVITY HEALTHY GUIDELINES IN HYPERTENSIVE ADULTS 415
Cristina Romero Blanco, Diego José Villalvilla Soria, Esther Cabanillas Cruz, María Laguna Nieto and Susana Aznar Laín
- EFFECT OF TRAINING INTENSITY ON THE FAT OXIDATION RATE 421
David Ulloa, Belén Feriche, Paola Barboza and Paulino Padial
- EFFECTS OF SS-ALANINE SUPPLEMENTATION ON WINGATE TESTS IN UNIVERSITY FEMALE FOOTBALLERS 430
Fernando Rodríguez Rodríguez, Alex Delgado Ormeño, Patricio Rivera Lobos, Víctor Tapia Aranda and Carlos Cristi-Montero

continued ►►►

IMPACT FACTOR 2013: 1,250 (JCR)

SUMMARY (continuation)

THE JOURNAL HAS CONFLICTS OF INTEREST DECLARATIONS FORMS SIGNED BY THE AUTHORS THAT MAY BE PROVIDED TO ANYONE ASKING FOR THEM

Nutritional evaluation

- THE HEIGHT TARGET PREDICTION BY THE TANNER METHOD INFRA EVALUATES THE FINAL HEIGHT IN YOUTHS FROM THE RURAL AREA OF SOUTH EAST SPAIN 436
Rafael Ríos, Vicente Bosch, Fernando Santonja, José Manuel López and Marta Garaulet
- STATE OF FOOD AND NUTRITIONAL CARE IN PUBLIC HOSPITALS OF ECUADOR 443
Sylvia Gallegos Espinosa, Marcelo Nicolalde Cifuentes and Sergio Santana Porbén
- FOOD HABITS AND HEALTH-RELATED BEHAVIORS IN A UNIVERSITY POPULATION 449
Violeta Sánchez Socarrás and Alicia Aguilar Martínez

Others

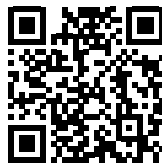
- MACRONUTRIENTS AND ENERGY CONTENT OF ORAL HOSPITAL DIET PRESCRIBED TO CHRONIC KIDNEY DISEASE PATIENTS ON CONSERVATIVE TREATMENT 458
Janiara David Silva J., Karine A. Louvera Silva, Sueli R. Baggio, Marcelo A. Morgano, Aline S. Aguiar Nemer and Késia D. Quintaes
- FREQUENCY OF EATING AWAY-FROM-HOME AND QUALITY OF DIETARY CARBOHYDRATE AND FAT INTAKE IN THE SUN PROJECT 466
Cecilia Villacis, Itziar Zazpe, Susana Santiago, Carmen de la Fuente-Arrillaga, Maira Bes-Rastrollo, and Miguel Angel Martínez-González,
- FOOD INSECURITY AND SOCIAL VULNERABILITY IN CHIAPAS: THE FACE OF POVERTY 475
Julio C. Martínez-Rodríguez, Néstor R. García-Chong, Laura E. Trujillo-Olivera and Lucio Noriero-Escalante
- GLYCEMIC RESPONSE TO CAROB (*CERATONIA SILIQUA L*) IN HEALTHY SUBJECTS AND WITH THE IN VITRO HYDROLYSIS INDEX 482
Luciana Milek dos Santos, Lindamir Tomzack Tulio, Leticia Fuganti Campos, Marcelo Ramos Dorneles and Cláudia Carneiro Hecke Krüger
- THE PRESENCE AND ACCURACY OF FOOD AND NUTRITION TERMS IN THE SPANISH AND ENGLISH EDITIONS OF WIKIPEDIA: IN COMPARISON WITH THE MINI LAROUSSE ENCYCLOPAEDIA 488
Laura María Cabrera-Hernández, Carmina Wanden-Berghe, Celeste Curbelo Castro and Javier Sanz-Valero
- ROLE OF APOA1 ON HIGH-DENSITY LIPOPROTEIN: AN INTERVENTION WITH PLANT STEROLS IN PATIENTS WITH HYPERCHOLESTEROLEMIA 494
Ismael San Mauro Martín, Luis Collado Yurrita, María Ángeles Cuadrado Cenzual, María José Ciudad Cabañas and Paula Mendive Dubourdieu.
- ADEQUACY OF ENERGY AND NUTRIENT INTAKE IN PATIENTS WITH HEART FAILURE..... 500
Karina Sanches Machado d'Almeida, Ingrid Dalira Schweigert Perry, Nadine Clausell and Gabriela Corrêa Souza.
- PREDICTORS OF HYPERLIPIDEMIA DURING THE FIRST HALF OF PREGNANCY IN MEXICAN WOMEN 508
Adriana Garduño-Alanís, Gilberto Vázquez-de Anda, Roxana Valdés-Ramos, Juan O. Talavera, Javier E. Herrera-Villalobos, Gerardo G. Huitrón-Bravo and Eduardo Hernández-Garduño

CLINICAL CASES

- AN EXCLUSIVELY BASED PARENTERAL FISH-OIL EMULSION REVERSES CHOLESTASIS . 514
Miryam Triana Junco, Natalia García Vázquez, Carlos Zozaya, Marta Ybarra Zabala, Steven Abrams, Abelardo García de Lorenzo and Miguel Sáenz de Pipaón Marcos

OTHERS

- PEER REVIEWERS PUBLISHED IN 2014 517
- REPORT ON INTERNAL EDITORIAL PROCESS OF THE JOURNAL IN 2014 518



Revisión

Metilmercurio: Recomendaciones existentes; métodos de análisis e interpretación de resultados; evaluación económica

Montserrat González-Estecha (coordinadora)[‡], Andrés Bodas-Pinedo¹, María José Martínez-García¹¹, Elena M. Trasobares-Iglesias⁵, Pilar Bermejo-Barrera⁵, José María Ordóñez-Iriarte¹⁰, María Teresa Llorente-Ballesteros⁵, Santiago Prieto-Menchero², José Jesús Guillén-Pérez¹¹, Nieves Martell-Claros⁹, María Ángeles Cuadrado-Cenzual², Miguel Ángel Rubio-Herrera⁷, Jesús Román Martínez-Álvarez⁶, Elpidio Calvo-Manuel⁴, Rosaura Farré-Rovira³, Miguel Ángel Herráiz-Martínez⁸, Irene Bretón Lesmes⁷, José Antonio García-Donaire⁹, María Sáinz-Martín¹, Txantón Martínez-Astorquiza⁸, Carmen Gallardo-Pino¹, Rafael Moreno-Rojas⁶, Jordi Salas-Salvadó³, María Blanco Fuentes, Manuel Arroyo-Fernández[‡] y Alfonso Calle Pascual[‡]

¹Asociación de Educación para la Salud (ADEPS). ²Asociación Española de Biopatología Médica (AEBM). ³Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD). ⁴Sociedad de Medicina Interna de Madrid-Castilla la Mancha (SOMIMACA). ⁵Sociedad Española de Bioquímica Clínica y Patología Molecular (SEQC). ⁶Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación (SEDECA). ⁷Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición (SEEN). ⁸Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. Sección de Medicina Perinatal (SEMEPE-SEGO). ⁹Sociedad Española de Hipertensión-Liga Española para la Lucha contra la Hipertensión Arterial (SEH-LELHA). ¹⁰Sociedad Española de Salud Pública y Administración Sanitaria (SESPAS). ¹¹Sociedad Española de Sanidad Ambiental (SESA). España.

Resumen

Los efectos beneficiosos del consumo de pescado son bien reconocidos. Sin embargo, existe preocupación a nivel mundial sobre los niveles de metilmercurio en el pescado, por lo que muchos países como Estados Unidos, Australia, Nueva Zelanda, Canadá y muchos países europeos han realizado recomendaciones de consumo de pescado a la población, especialmente a los grupos vulnerables con el fin de reducir la ingesta de metilmercurio. La sangre y el pelo son las mejores muestras biológicas para medir el metilmercurio. El método de análisis más empleado ha sido la espectroscopia de absorción atómica con la técnica del vapor frío, aunque existen también métodos directos que se basan en la descomposición térmica de la muestra. En los últimos años han aumentado los laboratorios que miden el mercurio por espectrometría de masas con plasma acoplado por inducción. Además, se puede diferenciar las distintas especies de mercurio acoplando métodos de separación cromatográficos. Es necesario que los laboratorios que analizan mercurio en muestras biológicas participen en programas de garantía externa de la calidad. Aunque se logre reducir las emisiones de mercurio, el mercurio del medio ambiente

METHYLMERCURY: EXISTING RECOMMENDATIONS; METHODS OF ANALYSING AND INTERPRETING THE RESULTS; ECONOMIC EVALUATION

Abstract

The beneficial effects of fish consumption are well-known. Nevertheless, there is worldwide concern regard methylmercury concentrations in fish, which is why many countries such as the United States, Australia, New Zealand, Canada and numerous European countries have made fish consumption recommendations for their populations, particularly vulnerable groups, in order to México methylmercury intake. Blood and hair are the best biological samples for measuring methylmercury. The most widely-used method to analyse methylmercury is cold vapor atomic absorption spectrometry, although there are also direct methods based on the thermal decomposition of the sample. In recent years, the number of laboratories that measure mercury by inductively coupled plasma mass spectrometry has increased. In addition, the different kinds of mercury can be distinguished by coupling chromatography methods of separation. Laboratories that analyse mercury in biological samples need to participate in external quality control programmes. Even if mercury emissions are reduced, mercury may remain in the environment for many years, so dietary recommendations are fundamental in order to reduce exposure. It is necessary to propose public health measures aimed at decreasing mercury exposure and

Correspondencia: Montserrat González-Estecha.

Servicio de Análisis Clínicos.

[‡]Hospital Clínico San Carlos.

Instituto de Investigación Sanitaria (IdISSC).

Prof. Martín Lagos s/n

28040 Madrid. Spain

E-mail: montse@cmpx.net

Recibido: 4-XI-2014.

Aceptado: 30-XI-2014.

todavía puede permanecer muchos años, por lo que es fundamental el consejo dietético para disminuir la exposición. No es aconsejable el uso de terapia quelante con fines diagnósticos o en pacientes asintomáticos. Es preciso proponer medidas de salud pública encaminadas a la disminución de la exposición al mercurio y que se evalúe también los beneficios de las mismas desde el punto de vista económico y social.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:1-15)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8316

Palabras clave: *Metilmercurio. Pescado. Recomendaciones. Biomarcadores. Terapia Quelante. Coste-beneficio.*

Recomendaciones existentes para disminuir la exposición al metilmercurio

Los efectos beneficiosos del consumo de pescado tanto en niños como en adultos han sido bien reconocidos. Sin embargo, la ingesta de metilmercurio (MeHg) principalmente a través del pescado y marisco contaminado produce efectos perjudiciales sobre el desarrollo del sistema nervioso en el feto y recién nacido¹. Existe, por tanto, una gran preocupación a nivel mundial sobre los niveles de MeHg en el pescado, por lo que muchos países como Estados Unidos, Australia, Nueva Zelanda y Canadá han realizado recomendaciones desde hace años a la población, especialmente a los grupos vulnerables con el fin de reducir la ingesta de MeHg. A continuación se resumen algunas de las recomendaciones que existen en la actualidad en Estados Unidos, Canadá, Australia/Nueva Zelanda y países de Europa. Hay que tener en cuenta que el mismo tipo de pescado puede contener diferentes niveles de mercurio dependiendo de diversos factores como el origen o el tamaño y que existen también recomendaciones locales para algunos pescados que solo se comercializan en ciertas áreas. En la mayoría de recomendaciones se limita el consumo de los pescados con contenido elevado en mercurio aunque conviene recordar que hay pescados con contenido medio de mercurio que también se deberían consumir con frecuencia y cantidad limitadas. En el Anexo I se encuentran las denominaciones comerciales junto a los nombres científicos de las especies pesqueras citadas en las recomendaciones.

Estados Unidos

La EPA (Environmental Protection Agency) y la FDA (Food and Drug Administration) recomiendan a las mujeres en edad fértil, las mujeres embarazadas, las madres lactantes y los niños pequeños que no coman carne de tiburón, pez espada, caballa gigante o lucio (*King mackerel*) o lololátilo. Pueden tomar hasta dos comidas promedio a la semana de una variedad de pescado o mariscos que tengan contenidos bajos de mercurio como las gambas, el atún claro enlatado, el salmón, abadejo y el pez gato. Si se consume atún al-

to evaluate the benefits of such measures from the economic and social standpoints.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:1-15)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8316

Key words: *Methylmercury. Fish. Advisory. Biomarkers. Chelation Therapy. Cost-benefit.*

bacora (blanco o bonito del Norte) se limita a una vez a la semana. Se recomienda precaución con el consumo de pescado capturado en lagos o ríos locales. Las mismas recomendaciones se hacen para los niños pequeños pero con porciones menores².

Canadá

Se recomienda el consumo de al menos 2 raciones (de 75 g cada una) de pescado a la semana. Limitan el consumo del atún, tiburón, marlín, pez reloj anaranjado y el escolar o pez mantequilla según la población: población general (150 g a la semana); mujeres embarazadas, que pueden estarlo o en lactancia (150 g al mes); niños de 5 a 11 años (125 g al mes) y niños de 1 a 4 años (75 g al mes). No hacen recomendaciones para el atún claro enlatado que suele estar constituido por atún listado, rabil y tongol. Sin embargo, limitan el atún blanco o bonito del Norte de la siguiente manera: mujeres embarazadas, que pueden estarlo o en lactancia (300 g a la semana), niños de 5 a 11 años (150 g al mes) y niños de 1 a 4 años (75 g al mes). En sus recomendaciones indican que en 2007 se comenzó un estudio muy amplio para conocer los contenidos de mercurio en el atún enlatado en Canadá, de manera que cuando la información esté disponible ajustarán las recomendaciones del consumo de atún enlatado³.

Australia/Nueva Zelanda

Recomendaciones para mujeres embarazadas y que planean estarlo: 2 a 3 raciones (150 g) a la semana de pescado excepto si es pez reloj anaranjado o pez gato (1 ración a la semana y ningún otro pescado) o tiburón, aguja, pez espada y marlín (una porción cada 15 días y ningún otro pescado). En niños hasta 6 años recomiendan lo mismo pero la ración es de 75 g. En las mujeres en periodo de lactancia consideran que el contenido de mercurio en la leche materna es muy bajo, aunque como precaución recomiendan la misma pauta que para mujeres embarazadas. Para el resto de la población también proporcionan consejo: 2-3 raciones a la semana de pescado excepto de tiburón, aguja, pez

Anexo I

Denominación comercial y nombres científicos de especies pesqueras

Abadejo	<i>Pollachius pollachius</i>
Aguja	<i>Belone belone belone</i>
Albacora, atún blanco, bonito del norte	<i>Thunnus alalunga</i>
Anchoa, boquerón	<i>Engraulis encrasicolus</i>
Anguila	<i>Anguilla anguilla</i>
Atún rabil	<i>Thunnus albacares</i>
Atún rojo, de aleta azul	<i>Thunnus thynnus</i>
Atún tongol	<i>Thunnus tonggol</i>
Blanquillo, lofolátilo	<i>Lopholatilus chamaeleonticeps</i>
Bonito	<i>Sarda sarda</i>
Bonito de vientre rayado, listado	<i>Katsuwonus pelamis</i>
Caballa	<i>Scomber scombrus</i>
Cazón, tollo	<i>Etmopterus spp</i>
Fletán, halibut	<i>Hippoglossus hippoglossus</i>
Gallo	<i>Lepidorhombus boscii</i>
Gamba del atlántico	<i>Solenocera membranacea</i>
Gamba roja del mediterráneo	<i>Aristeus antennatus</i>
Lamprea	<i>Petromyzon marinus</i>
Lota	<i>Gaidropsarus vulgaris</i>
Lucio	<i>Esox lucius</i>
Marlín, aguja azul	<i>Makaira nigricans</i>
Merluza americana o plateada	<i>Merluccius bilinearis</i>
Merluza argentina	<i>Merluccius hubbsi</i>
Merluza austral o de Chile	<i>Merluccius chilensis</i>
Merluza del Cabo	<i>Merluccius paradoxus</i>
Merluza europea	<i>Merluccius merluccius</i>
Perca	<i>Micropterus salmoides</i>
Pez escolar	<i>Ruvettus pretiosus</i>
Pez espada, emperador	<i>Xiphias gladius</i>
Pez gato	<i>Ictalurus punctatus</i>
Pez reloj anaranjado	<i>Hoplostethus atlanticus</i>
Rape	<i>Lophius spp</i>
Raya	<i>Raja spp</i>
Salmón	<i>Salmo salar</i>
Tiburón	<i>Carcharhinus spp</i>
Tinto, gato	<i>Clarias gariepinus</i>
Tintorera	<i>Prionace glauca</i>

espada y marlín de los que aconsejan una ración a la semana y ningún otro pescado. Consideran seguro el consumo de atún tanto fresco como enlatado y los aceites procedentes del pescado. Añaden que los consejos en otros países pueden diferir ya que el riesgo de exposición al mercurio a través de la dieta depende del medioambiente de cada país, el tipo de pescado que se captura y consume, el patrón de consumo de pescado y de otros alimentos que pueden tener también mercurio⁴.

Europa

El 18 de marzo de 2004, la Autoridad Europea en Seguridad Alimentaria (EFSA) publicó su opinión científica y aconsejó a las mujeres en edad fértil, a las mujeres embarazadas, a las madres lactantes y a los niños pequeños que evitaran comer algunos tipos de pescado y que consumieran pescados y mariscos bajos en mercurio. Las recomendaciones incluían limitar el consumo de pescados depredadores grandes como el emperador, el tiburón, el atún, el marlín y el lucio. La Comisión realizó un cálculo aproximado para ayudar a los consumidores a visualizar las consecuencias de la nueva información científica: “Las mujeres en edad fértil, las mujeres que están embarazadas o en periodo de lactancia no deben comer más de una pequeña porción (<100g) a la semana de grandes peces depredadores como el pez espada, el tiburón o marlín. Si ingieren esa porción, no deben comer ningún otro pescado durante ese periodo. Además no deben comer atún más de dos veces a la semana. Los padres deben ser conscientes de que este consejo también se aplica a los niños pequeños”⁵. Los límites europeos para los niveles permisibles de mercurio en el pescado son 0,5 mg/kg de pescado en general y 1.0 mg/kg para algunas especies grandes depredadoras que incluyen el tiburón, pez espada, marlín y atún (bonito) entre otras especies⁶.

A continuación se resumen las recomendaciones de algunos países europeos, ya que no todos los países miembros de la UE adoptaron las recomendaciones de la EFSA del año 2004. Por ejemplo, Hungría y Luxemburgo no las adoptaron, mientras que en otros países sus recomendaciones fueron más estrictas que las de la EFSA. En España, las recomendaciones para población vulnerable de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) se hicieron en el año 2011⁷.

Recientemente, a petición de la Comisión Europea, el Panel de Expertos de Productos Dietéticos, Nutrición y Alergia (NDA) de EFSA ha publicado el 14 de julio de 2014 una opinión científica sobre los beneficios para la salud del consumo de pescados y mariscos en relación con los riesgos de salud asociado con la exposición al MeHg. Opinan que el consumo de alrededor de 1-2 porciones de pescado/marisco por semana y hasta 3-4 porciones por semana durante el embarazo se ha asociado con mejores resultados funcionales del neurodesarrollo

en los niños cuando se comparaba con la ausencia de consumo. Estas cantidades también se han asociado con un menor riesgo de mortalidad por enfermedad coronaria cardiaca en adulto y en ambos casos no se esperan beneficios adicionales con consumos más elevados⁸.

España

Recomendaciones de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) para poblaciones sensibles: mujeres embarazadas o en periodo de lactancia y población infantil.

- Se recomienda a las mujeres embarazadas o que puedan llegar a estarlo, mujeres en periodo de lactancia y a niños de corta edad (entre 1 y 30 meses) consumir una amplia variedad de pescados, por sus grandes beneficios nutritivos, evitando consumir las especies más contaminadas con mercurio cuyo consumo debe limitarse en determinadas etapas.
- Las recomendaciones para el consumo de pez espada, tiburón, atún rojo (*Thunnus thynnus*: especie grande, normalmente consumida en fresco o congelada y fileteada) y lucio son las siguientes:
 - Mujeres embarazadas o que puedan llegar a estarlo o en período de lactancia. Evitar el consumo
 - Niños < 3 años. Evitar el consumo
 - Niños 3-12 años. Limitar a 50 g/semana o 100g/2 semanas (No consumir ningún otro de los pescados de esta categoría en la misma semana)⁷.

Finlandia

Recomiendan el consumo de pescado al menos dos veces a la semana de especies variadas. En relación al mercurio recomiendan a las mujeres embarazadas y en lactancia no consumir lucio y a las mujeres en edad fértil y a los niños y jóvenes no consumir lucio más de 1-2 veces al mes. Añade que los consumidores que comen pescado de agua dulce casi a diario, deberían reducir su consumo de grandes percas, lucio-percas y lotas, porque esos peces depredadores acumulan mercurio⁹.

Francia

Recomiendan el consumo de dos raciones de pescado por semana de diversas especies. Recomendando a las mujeres embarazadas y en lactancia, así como niños pequeños (<30 meses) evitar el consumo del pescado más contaminado (pez espada, tiburón, aguja, lamprea). Como medida de precaución, aconsejan a las mujeres embarazadas y las mujeres en lactancia a consumir no más de 150 g y a los niños pequeños no

más de 60 g de pescado depredador salvaje por semana como el rape, atún, bonito, emperador, fletán, marlín, anguila, gallo y lucio entre otros¹⁰.

Irlanda

La Autoridad de Seguridad Alimentaria de Irlanda (FSAI) recomendó en el año 2004 que las mujeres embarazadas y en lactancia, las mujeres en edad reproductiva y los niños pequeños eligieran una amplia variedad de pescados, pero que evitaran el pez espada, el tiburón y el marlín y que limitaran el consumo de atún (bonito) fresco a 277 g o a dos latas medianas por semana. Para el resto de la población aconsejó restringir el consumo de tiburón, pez espada o marlín a no más de una porción a la semana, pero no limita el consumo de atún¹¹.

Reino Unido

El Reino Unido aconseja no consumir tiburón, pez espada y marlín a las mujeres embarazadas, a las que planean el embarazo y a los niños menores de 16 años. El resto de adultos incluyendo a las mujeres en periodo de lactancia no deben comer más de una porción (140 g) a la semana de esos pescados. En cuanto al pescado graso, los niños pueden consumir hasta cuatro raciones a la semana y las niñas, las mujeres embarazadas, en periodo de lactancia y las que planean el embarazo solo dos raciones a la semana. En las mujeres lactantes no existe limitación con las latas de atún, mientras que en las mujeres embarazadas o que planean estarlo se limita a no más de cuatro latas de atún a la semana y si se consume latas de atún no deben consumir atún fresco¹².

Suecia

Recomiendan consumir de 2-3 veces pescado a la semana. A las mujeres que están embarazadas o que planean estarlo y a las mujeres en lactancia se les aconseja que pueden comer como máximo 2 a 3 veces al año, fletán grande, lucio, perca, raya, lota, tiburón, pez espada y atún/bonito (fresco o congelado)¹³.

Sin embargo, a pesar de estas recomendaciones, la estrategia más eficaz a largo plazo es reducir las emisiones de mercurio y sus usos y en la actualidad este es el objetivo clave de la UE. A nivel mundial, el Consejo de Administración del PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) también determinó que algunas de las medidas prioritarias que se podrían adoptar para reducir el riesgo que plantea el mercurio para la salud humana y el medio ambiente eran:

- Reducir la demanda mundial de mercurio relacionada con su utilización en productos y procesos de producción y alentar las alternativas.

- Reducir el suministro mundial de mercurio, entre otras cosas, considerando la posibilidad de poner freno a la extracción primaria y teniendo en cuenta una jerarquía de fuentes.
- En los casos en que no existe alternativa promover iniciativas para detectar, reducir y eliminar las liberaciones de mercurio en el aire, el agua o la tierra a nivel mundial derivadas de la fabricación de productos con mercurio¹⁴.

Más recientemente, en octubre de 2013 se firmó un tratado internacional llamado Convención de Minamata sobre el mercurio. El acuerdo ha sido posible al asumir que la contaminación por mercurio es un problema global que ningún país puede solucionar de manera aislada. Durante más de cinco años más de 130 naciones han trabajado hasta aprobar por consenso un documento el 19 de enero de 2013. Este documento incluye medidas tanto voluntarias como obligatorias para controlar las emisiones de mercurio de varias fuentes, así como la retirada de este elemento de ciertos productos y procesos industriales, restringir su comercio y eliminarlo de la minería.

El tratado no ha estado exento de críticas, por ejemplo, se otorga un plazo demasiado largo a los países para la implementación de este tratado que, además, tiene aún que ratificarse. Otras cuestiones muy debatidas han sido el mantenimiento del comercio de mercurio para la extracción aurífera artesanal y en pequeña escala y el uso del timerosal en algunas vacunas, ya que se ha tenido en cuenta su papel en la protección de los niños más pobres. Sin embargo, aunque la Convención de Minamata logre reducir con éxito las nuevas emisiones de mercurio, según Grandjean las concentraciones de mercurio ya existentes en el medio ambiente pueden permanecer aún cientos de años, por lo que es fundamental proporcionar recomendaciones dietéticas a la población vulnerable, así como instaurar programas de monitorización de mercurio ambientales y en la población, aunque algunos países han expresado su preocupación por los costes, logística y posible responsabilidad derivados de una monitorización a la población^{15,16}.

Evaluación de la exposición al metilmercurio

Espécimen

Sangre

La sangre es el mejor espécimen para evaluar el MeHg ya que se concentra en los hematíes. Al igual que para el análisis de plomo, se recomienda utilizar sangre anticoagulada con EDTA K₂ en tubos testados previamente que estén libres de mercurio, ya que la sangre anticoagulada con heparina tiende a formar pe-

queños coágulos con el paso del tiempo. Es imprescindible evitar la contaminación tanto en la extracción sanguínea como en la manipulación posterior de la sangre para su análisis. Se puede consultar el procedimiento con más detalle en el documento del Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) para la medición del plomo ya que las recomendaciones para la extracción y manipulación de la sangre son las mismas¹⁷.

Aunque la orina es el espécimen recomendado para la evaluación de la exposición a mercurio inorgánico (iHg), en el caso de una exposición reciente a iHg o a vapor de mercurio la concentración en sangre se elevará también, aunque durante poco tiempo. Para diferenciar el MeHg del iHg puede ser útil medir el cociente de mercurio en hematíes /plasma. Si el cociente es 1 a 1 es indicativo de exposición a iHg mientras que un cociente de 10 a 1 sugiere exposición a mercurio orgánico. El mercurio en los hematíes se puede calcular conociendo el hematocrito y midiéndolo en sangre total¹⁸. Este cociente de mercurio en hematíes/plasma también puede ser útil para la evaluación de la exposición al MeHg en pacientes con anemia o en situaciones que cursen con un aumento del volumen plasmático como ocurre en el embarazo¹⁹.

Orina

El MeHg se excreta por la bilis, tiene una recirculación enterohepática y un 90% finalmente se elimina por las heces. Por tanto, la medida de mercurio en orina no es útil para la evaluación del MeHg. Como se ha referido en el párrafo anterior, la orina es el espécimen recomendado para la evaluación de la exposición a iHg, como es el caso de la exposición laboral. Sin embargo, hay que tener en cuenta que una pequeña fracción del iHg que aparece en la orina proviene de la desmetilación del MeHg (un 10% aproximadamente). Por otra parte, algunos compuestos orgánicos del mercurio como la merbromina se convierten rápidamente en mercurio inorgánico y su toxicidad y eliminación son similares al iHg. Así, en una intoxicación por merbromina aumentará en un breve espacio de tiempo la concentración de Hg en sangre para a continuación eliminarse principalmente por la orina como iHg durante un periodo más prolongado¹⁸.

La orina tiene varias limitaciones: la posible contaminación ambiental al ser recogida por el propio sujeto y a la vez las posibles pérdidas de mercurio por adsorción o evaporación con el transcurso del tiempo. Existe mucha controversia y es un motivo de preocupación la estabilidad del mercurio inorgánico (iHg) en la orina tanto de muestras clínicas como de las muestras de los programas de control de calidad. No existe en la actualidad un consenso sobre cómo conservar el iHg en la orina. El uso de conservantes en el recipiente de la orina tiene inconvenientes entre los que se encuentran el posible riesgo para el paciente producido

por salpicaduras y las interferencias analíticas tanto del mercurio como de otros elementos (principalmente Cu y I). El que se utilice un conservante u otro dependerá de los fines del análisis, ya que el grado de exactitud requerido puede ser diferente (diagnóstico, estudio epidemiológico), y de los métodos de análisis. Por ejemplo, Patrick Parsons ha encontrado que la acidificación de la orina seguida de estabilización con ácido sulfámico y Tritón X-100 seguido de centrifugación proporciona una aceptable precisión y recuperación para iHg y mejora la estabilidad a temperatura ambiente (hasta 7 semanas) comparada con la acidificación con HNO₃ al 1%²⁰. Otros autores, sin embargo, solo utilizan Tritón X-100 y acidificación con HNO₃. Para la correcta interpretación de la concentración de mercurio en orina siempre se debe referir a creatinina (en caso de muestra aislada de orina) o informar de la excreción en 24 horas aunque, como se ha señalado, no es el espécimen más adecuado para la evaluación del MeHg^{20,21}.

Pelo

El MeHg se acumula en el pelo y su concentración puede ser entre 250 y 300 veces la hallada en los hematíes, por lo que, además de la facilidad para obtener este tipo de muestras, presenta como ventaja que el método analítico requiere menos sensibilidad que el empleado para medir sangre. El análisis en pelo se ha utilizado mucho en estudios epidemiológicos y para documentar exposición antigua, aunque existe y ha existido mucha controversia en relación a este tipo de análisis^{18,22}.

En el año 2001 la ATSDR convocó a un panel de expertos para revisar la utilidad del análisis en pelo para la evaluación de las exposiciones medioambientales. En ese documento señalaron sus principales limitaciones²²:

- La medida de una sustancia en pelo puede indicar exposición, pero puede no indicar exposición interna o la fuente de exposición. En algunos estudios se ha observado que el pelo se puede contaminar por la exposición a mercurio metálico del ambiente, el sudor, las secreciones sebáceas, el polvo, cosméticos como jabones, cremas, champús, acondicionadores, lacas, tintes, aunque también se puede eliminar mercurio del pelo por el uso de los líquidos para hacer "permanentes" que contienen tioglicolato²³.
- El pelo crece aproximadamente 1 cm/mes y puede variar entre 0,6 y 3,6 cm/mes. Los 0,5 cm más cercanos al cuero cabelludo representan en media los 7-21 días previos a la obtención de la muestra. Debido a esta variabilidad los panelistas consideran que los análisis en pelo no son útiles para evaluar exposición reciente o de más de un año.

- Existen limitaciones metodológicas en el análisis del pelo:

- Variaciones en el proceso de homogeneización, en la preparación de la muestra en el laboratorio y métodos de lavado.
- El análisis multielemental muchas veces sacrifica sensibilidad y precisión en algunos elementos.
- Conocimiento incompleto de la farmacocinética y de cómo y en qué medida se incorporan los contaminantes en el pelo.
- Dificultades para distinguir contaminación endógena de exógena en el pelo, a pesar de los lavados previos del pelo. Debido a que la exposición al MeHg es a través de la dieta y no por fuentes externas se considera que reflejaría la dosis interna. Hay que remarcar que el ATSDR considera fiable el análisis en pelo solo de MeHg y no de mercurio total que puede estar afectado por la contaminación exógena. Sin embargo, algunos de los participantes en el panel del ATSDR opinan que las limitaciones que afectan a los análisis en pelo (tanto cabello como pelo púbico) se aplican también al MeHg, por lo que consideran que la sangre es mejor matriz biológica para la correcta interpretación de la exposición a este tóxico.

El grupo de expertos señalaba la necesidad de: la estandarización de los métodos y protocolos preanalíticos, el establecimiento de intervalos de referencia, profundizar en el conocimiento farmacocinético y biológico (variaciones del crecimiento del pelo con la edad, sexo, raza y etnia), establecer relaciones dosis-respuesta y aprender más sobre los compuestos orgánicos en el pelo. Debido a las limitaciones que presenta el pelo no se recomienda su uso de manera rutinaria, ni con fines diagnósticos ni mucho menos para instaurar un tratamiento²².

En relación a la exposición fetal, aunque el mercurio en el cabello materno correlaciona con el de la sangre de cordón, se considera que es mejor marcador el mercurio de la sangre de cordón^{24,25}.

Leche materna

La glándula mamaria es más efectiva que la barrera placentaria para evitar la transferencia del MeHg a los niños. Algunos estudios han mostrado que, a pesar de las elevadas concentraciones de mercurio en sangre en mujeres que consumían mucho pescado, no se han encontrado diferencias en sus concentraciones en leche con respecto a un grupo control²⁶. Sin embargo, el mercurio inorgánico (procedente de amalgamas dentales u otras fuentes) se transfiere más fácilmente desde el plasma (el MeHg está en los hematíes) a la leche. Se estima que aproximadamente entre el 50 al 80% del mercurio en la leche materna

es inorgánico por lo que la exposición al MeHg procedente del pescado se reflejaría en la sangre pero no en la leche materna. Existen también factores que pueden influir en la concentración de mercurio en la leche como la edad materna, el estadio de lactancia y la concentración de proteínas de la leche. También hay que considerar que para evaluar la toxicidad del mercurio encontrado en la leche sería conveniente analizar simultáneamente el selenio (Se) y calcular el cociente Se:Hg que en algunos estudios se ha hallado entre 18 a 49 de media^{27,28}.

Uñas y otras matrices biológicas

Al igual que la sangre y el pelo, el mercurio de las uñas también es principalmente MeHg²⁴. Algunos autores señalan como posibles ventajas que se obtiene, transporta, se almacena y se lava con facilidad²⁹. También indican que el mercurio en uñas refleja una exposición de meses a un año y que incluso se vería menos afectado que el pelo por la contaminación con champús, tratamientos capilares o medicamentos. Sin embargo, aunque se han realizado algunos estudios de mercurio en uñas, existen pocos estudios epidemiológicos que empleen este marcador biológico^{30,31,32,33}. Otras limitaciones importantes del análisis del mercurio en uñas son las mismas que se han descrito para el pelo. La contaminación exógena, la distribución heterogénea, la falta de estandarización en los métodos, así como la ausencia de programas de control de calidad externo y de material de referencia certificado indican una gran fuente de incertidumbre en la medida de mercurio y de otros elementos en las uñas.

El meconio y otros tejidos como el cordón umbilical o la placenta, aunque potencialmente útiles, tampoco se han utilizado mucho en estudios epidemiológicos³⁴ y no existen controles de calidad para esas matrices.

Medición de mercurio en muestras biológicas

Espectroscopía de absorción atómica con vapor frío (CVAAS)

El método más ampliamente utilizado para la determinación del mercurio en cualquier medio ha sido la espectroscopía de absorción atómica (AAS) con la técnica del vapor frío. Esta técnica permite la determinación directa con la única condición de que el mercurio contenido en las muestras líquidas, normalmente en forma iónica como Hg²⁺, sea reducido al estado metálico Hg⁰. Posteriormente, el vapor formado se arrastra por un gas inerte a una celda de cuarzo en la que se produce el proceso de la absorción atómica. Las muestras sólidas se digieren previamente para transformar todas las especies de Hg (inorgánicas y orgánicas) a Hg²⁺, ya que esta es la única especie capaz de gene-

rar el vapor de mercurio atómico³⁵. La posibilidad de poder realizar el análisis directo de muestras sólidas o líquidas supone una ventaja importante, ya que reduce la manipulación de la muestra, el tiempo de análisis, el consumo de reactivos y el riesgo de contaminación. En este sentido, se han desarrollado diferentes tipos de instrumentos para el análisis de mercurio, "analizadores de mercurio", que se basan en la descomposición térmica de la muestra liberándose el mercurio, que se determina por AAS³⁶. Este método se usa de forma rutinaria en EE. UU., como el método US EPA Method 7473 para la determinación de mercurio en muestras sólidas y en disoluciones³⁷. También se ha usado en distintas aplicaciones para muestras de tejidos de pescados³⁸, para muestras de pelo^{39,40} y para muestras de sangre total. En general el tiempo total para el análisis de una muestra es de menos de 10 minutos, la precisión es buena, con desviaciones estándar menores del 5% y los límites de detección son del orden de 0,02 ng. La sensibilidad de los métodos que utilizan la combustión de la muestra se puede mejorar si en lugar de usar la AAS como detector, se utiliza la Fluorescencia Atómica, CV-AFS⁴¹.

Espectrometría de masas con plasma acoplado por inducción (ICP-MS)

La introducción del ICP-MS en los laboratorios clínicos permite realizar un análisis simultáneo de casi todos los elementos del sistema periódico, obtener bajos límites de detección y la posibilidad de estudiar diferentes isótopos para un mismo elemento. Sin embargo, esta técnica tiene algunas limitaciones importantes para el estudio de muestras clínicas debido a las altas concentraciones de constituyentes orgánicos e inorgánicos que producen efectos de matriz e interferencias espectrales debidas a la formación de iones poliatómicos. Por otra parte, la matriz de la muestra puede bloquear el nebulizador y los conos de la interfase. Estos últimos problemas se pueden disminuir con el uso de nebulizadores especiales e introduciendo pequeñas cantidades de muestra. El problema de las interferencias espectrales es de gran importancia en los ICP-MS cuadrupolares, siendo este problema minimizado en los equipos de alta resolución (HR-ICP-MS). Sin embargo en pocos laboratorios clínicos se utilizan equipos de alta resolución, debido a su complejidad y al elevado coste de la instrumentación y de mantenimiento. La introducción de las celdas de reacción dinámica/colisión como sistema para el control de las interferencias espectrales ha ayudado a resolver este problema, y esto hace posible que hoy en día el ICP-MS pueda ser usado en los laboratorios clínicos en análisis de rutina de manera que, en los últimos años, ha aumentado el número de los laboratorios que participan en Programas de Garantía Externa de la Calidad que utilizan esta técnica para medir mercurio en sangre^{17,42}.

Métodos para la especiación de mercurio

Las fuentes de exposición y la toxicidad de las especies de mercurio son muy diferentes. Por tanto, es de gran importancia el poder disponer de métodos analíticos capaces de diferenciar las distintas especies del mercurio. La diferenciación entre el mercurio inorgánico y el mercurio orgánico puede realizarse en forma simple, sin necesidad de utilizar métodos de separación cromatográficos, mediante los métodos convencionales de CV-AAS, usando dos agentes de reducción diferentes. Con el cloruro estannoso se consigue solo la generación del vapor de mercurio procedente del mercurio inorgánico, mientras que con el uso del borohidruro sódico (un reductor mucho más potente) se consigue la reducción de ambas especies inorgánicas y orgánicas. Por diferencia de la concentración del mercurio medido en las dos condiciones de reducción es posible realizar la especiación.

Los primeros métodos desarrollados para la especiación de mercurio separando las especies por métodos cromatográficos, fueron los que utilizaban cromatografía de gases (GC). Usando la GC pero con detección por ICP-MS y con dilución isotópica ID, Davis y Long⁴³ desarrollaron un material de referencia certificado para elementos tóxicos y para metilmercurio, etilmercurio y mercurio inorgánico en sangre total de caprino. La mayor limitación de los métodos que utilizan la GC es la complejidad de la etapa de preparación de la muestra. Por ello, en los últimos años la cromatografía de líquidos es la técnica de separación más utilizada, aunque los primeros métodos propuestos para la especiación del mercurio en sangre por HPLC-ICP-MS implicaban procedimientos de preparación de la muestra muy tediosos y largos. Por otra parte, es necesario tener en cuenta que la formación de artefactos y la interconversión de especies durante el pretratamiento de la muestra puede ser una importante fuente de error^{44,45}. Otros métodos añaden la generación de vapor frío como sistema de introducción de la muestra en el ICP-MS. Es decir, se establece un sistema, HPLC-CV-ICP-MS, consiguiendo de este modo una mejora importante en los límites de detección para el mercurio inorgánico, el etilmercurio y el metilmercurio.

Controles de calidad

Independientemente del método que se utilice para medir mercurio es imprescindible prestar mucha atención tanto al procedimiento de obtención del espécimen, como al control de las variables preanalíticas ya que, en caso contrario, el resultado obtenido puede no ser válido.

Asimismo, la incorporación de materiales de referencia al proceso analítico es básica para la evaluación de la calidad y tiene un papel principal en la trazabilidad de las mediciones. Los laboratorios deben utilizar, en su trabajo diario, controles de calidad internos con

matriz similar a la de los especímenes (sangre, orina, pelo) y además es vital su participación en Programas de Garantía Externa de la Calidad (EQAS), con el fin de asegurar la exactitud, precisión y reproducibilidad de sus resultados^{21,42}. En los Anexos II y III de este documento se pueden encontrar diferentes materiales de referencia certificados, material de control de calidad en matrices clínicas y programas de evaluación externa de calidad para el mercurio.

La Sociedad Española de Bioquímica Clínica y Patología Molecular (SEQC) participa en la organización del Programa de Garantía Externa de la Calidad *Occupational and Environmental Laboratory Medicine* (OELM) en la que participan Australia, Francia, Italia, España, Bélgica y los Países Bajos. Estos países comparten las muestras, la base de datos y el diseño de los informes con un enfoque federativo, aunque se mantienen como organizaciones independientes con sus propias inscripciones al programa, idioma, reuniones de usuarios y otros sistemas de soporte (<http://www.trace-elements.eu>).

Interpretación de resultados y actuación

Interpretación de resultados de laboratorio

Los médicos tienen que conocer no solo los efectos tóxicos del MeHg sino cuales son las pruebas más apropiadas, como se interpretan los resultados y cuando se justifica una intervención. El espécimen de elección para evaluar el MeHg es la sangre que no solo refleja la exposición reciente, sino también la acumulación crónica, aunque también es posible detectar en la sangre la exposición aguda al vapor de mercurio y al mercurio inorgánico (iHg). La concentración de mercurio en sangre tiende a aumentar con la edad con un pico en la 5ª o 6ª década^{46,47,48}. Es importante distinguir los análisis de metales en pelo para investigación de los que se hacen con el fin de realizar un diagnóstico en un paciente individual. Recientemente se ha enfatizado la importancia de la especiación del mercurio en pelo. Dorea et al. han descrito la diferencia en pelo entre MeHg asociado a exposición ambiental y etilmercurio asociado a las vacunas con timerosal⁴⁹.

Como ya se ha comentado, el análisis en pelo, aunque adecuado para medir MeHg, tiene limitaciones por lo que no se debe emplear como única prueba para realizar diagnósticos y menos aún instaurar tratamientos innecesarios y potencialmente peligrosos^{50,51,52}. Cuando se quiere evaluar un paciente con sospecha de intoxicación por mercurio es conveniente recoger sangre y orina. Aunque el MeHg no se encuentra en orina, ésta puede proporcionar información adicional sobre la exposición añadida de otras especies de mercurio. En la mayoría de circunstancias, la concentración de mercurio en orina refleja exposición a iHg (incluyendo la exposición a merbromina). Sin embargo, menos del 10% del MeHg se excreta en la orina una vez desmetilado a iHg^{18,53}.

Anexo II
Materiales de Referencia Certificados CRMs

<i>Material de Referencia</i>	<i>Entidad Certificadora</i>	<i>Tipo de muestra</i>	<i>Concentración</i>	<i>Forma de envío de muestra</i>	<i>Obtención Valor certificado</i>
NIST <i>CRM 955c</i>	National Institute of Standards and Technology	Sangre caprina. Endógena para Hg. Exógena para Etilmercurio, Hg inorgánico y Metilmercurio	Un CRM, 4 niveles de concentración	Sangre entera congelada, Viales de 2-mL	Valor absoluto (ID-ICP-MS, CG/ICP-MS) y media de métodos independientes (ICP-MS, CV-AAS, GC-ICP-MS)
NIST <i>CRM 966*</i>	National Institute of Standards and Technology	Sangre Bovina. Exógeno, Mercurio y Metilmercurio	Un CRM, 2 niveles de concentración	Sangre entera congelada, Viales de 2-mL	Valor absoluto (ID-ICP-MS, ID-CV-IC-MS) y media de métodos independientes
NRCCRM <i>GBW Pelo 09101</i>	Institute for Environmental Health Monitoring. China	Endógeno, 30 elementos	Un nivel de concentración	Viales de Pelo humano 7 g	Media de métodos independientes
NRCCRM <i>GBW Pelo 07601</i>	Institute for Environmental Health Monitoring. China	Exógeno, 60 elementos	Un nivel de concentración	Viales de Pelo humano 7 g	Media de métodos independientes
BCR (SM&T) <i>ERM- DB001</i>	Institute for Reference Materials and Measurements	Humano exógeno Mercurio	Un CRM, Un nivel	Viales de Pelo humano 3.5 g	Valor de Consenso
LAMP	Centers for Disease Control and Prevention. CDC	Bovino, endógeno Hg	Múltiples concentraciones	Sangre entera congelada, Viales de 2 ml	Valor de Consenso
IAEA <i>085 Pelo</i>	Agencia Internacional de Energía Atómica	Humano, endógeno Hg y MeHg	Un nivel de concentración	Viales de Pelo humano 5 g	Valor de Consenso
IAEA <i>086 Pelo</i>	Agencia Internacional de Energía Atómica	Humano, endógeno Hg y MeHg	Un nivel de concentración	Viales de Pelo humano 5 g	Valor de Consenso
NIES <i>CRM n° 13</i>	National Institute for Environmental Studies	Humano, endógeno Hg y MeHg	Un nivel de concentración	Viales de Pelo humano 3 g	Valor de Consenso

Los CRMs constituyen la mejor herramienta de que dispone un laboratorio para desarrollar, validar métodos analíticos, y asegurar una verificación periódica. Generalmente, dichos CRMs son producidos y certificados por laboratorios nacionales metrológicos siguiendo las directrices establecidas por las normas ISO.

Los métodos de certificación para Hg y MeHg incluyen ICP-MS, CV-AAS y HR -ICP-MS. Un *valor de consenso* se obtiene de los resultados de un grupo de laboratorios tras la utilización de un filtro estadístico de los datos primarios. Se denomina *media del método* al valor asignado obtenido de la realización de múltiples determinaciones utilizando un único método en un laboratorio. La *media de métodos independientes* será el valor asignado obtenido de promediar los resultados proporcionados por 2 o más métodos independientes.

Abreviaturas: CDC, Centro de Control y Prevención de Enfermedades; CRM, Material de Referencia Certificado; GFAAS, Espectrofotometría de Absorción Atómica en horno de grafito; ID-ICP-MS, Dilución Isotópica y Plasma de Acoplamiento Inducido y Espectrometría de Masas; ID-MS, Dilución isotópica y Espectrometría de Masas; CV-AAS, Espectrometría de absorción atómica y vapor frío; CG-ICP-MS, Cromatografía gases y Plasma de Acoplamiento Inducido con Espectrometría de Masas; BCR (SM&T), Institute for Reference Materials and Measurements (Standards Measurement and Testing), Management of Reference Materials (MRM) Unit, Retieseweg, B-2440 Geel. BELGIUM. <http://irmm.jrc.ec.europa.eu/>; LAMP, Multi-Element Proficiency Program, CDC, MS F18, 4770 Buford Highway NE, Atlanta, Georgia 30341-3724 USA. <http://www.cdc.gov/labstandards/lamp>; NIST, National Institute of Standards and Technology. Standard Reference Materials Program, Bldg 202, Rm. 204, Gaithersburg, Maryland 20899 USA. <http://www.nist.gov/>; NRCCRM, National Research Centre for Certified Reference Materials, Office of CRMs, No. 18, Bei San Huan Dong Lu, Hepingjie, 100013 Beijing, CHINA; IAEA, International Atomic Energy Agency (Analytical Quality Control Services). Wagramer Strasse 5, P.O.Box 100, A-1400 Vienna. AUSTRIA; NIES, National Institute for Environmental Studies, Ibaraki, JAPAN. <http://www.nies.go.jp/labo/crm-e>.

Anexo III

Programas de evaluación externa de calidad y Proveedores de Material de Referencia y material de Control de Calidad para Elementos Traza en matrices clínicas

Proveedores	RM nombre/descripción	Matriz	Elemento	Comentarios
BIO-RAD	Lyphochek®	Control de orina – liofilizada Control de metales orina – liofilizada Control Sangre entera liofilizada Control de suero	Hg Varios Hg, varios	2 Niveles 2 Niveles 3 Niveles 2 Niveles
LGC Promochem	AMIB 1701–1703 ME 28343-44 ME 28351-52	Control Sangre entera liofilizada Metales en suero humano Metales en orina humana liofilizada		3 Niveles 2 Niveles 2 Niveles
NYS DOH	NYS RMs <i>pool</i> archivado de programas PT	Sangre liofilizada (caprina, bovina) y orina; CRM Sangre congelada, suero, orina	Varios	5 Niveles 4 Niveles Varios niveles
RECIPE	ClinChek®	Orina control liofilizada Plasma control para elementos traza, liofilizado Suero control liofilizado Control Sangre entera liofilizada	Hg	3 Niveles
SERO	Seronorm™	Elementos traza en suero liofilizado Control Elem. traza en sangre entera liofilizada lyophilized	Hg	3 Niveles
UTAK	Metals Level	Control Sangre entera Elementos Traza en suero	Varios	3 Niveles
UKNEQAS	Programa intercomparativo interlaboratorios <i>TEQAS</i>	Sangre humana congelada	Hg	2 niveles
OELM Laboratorio de	Programas Intercomparativos Intralaboratorios intralaboratorios y RM sobrante de los intercomparativos <i>SEQC</i>	Sangre humana congelada	Hg	2 niveles
CTQ/INSP	Programas de Intercomparativos Intralaboratorios y RM sobrante de los intercomparativos.	Sangre congelada (<i>PCI</i>) Suero congelado Orina Congelada ICP-MS sangre, pelo, suero, orina (<i>QMEQAS</i>)	Hg Hg Hg	Varios niveles Varios niveles

BIO-RAD: Laboratories, Hercules, CA. <http://www.biorad.com>; LGC: Promochem, Teddington, UK <http://www.lgcpromochem.com> proporciona CRMs/RM de otros proveedores como: AMIB: Danish National Institute of Occupational Health; ME: are derived from either the Gesellschaft für Toxikologische und Forensische Chemie (Society for Toxicological and Forensic Chemistry, GTFCh) or the Société Française de Toxicologie Analytique (SFTA); NYS DOH: New York State Department of Health, Wadsworth Center, Albany, NY; RECIPE: RECIPE CHEMICALS+ INSTRUMENTS GmbH, Munich Germany. <http://www.recipe.de/>; SERO: AS, Billingstad Norway, <http://www.sero.no/>; UTAK®: Laboratories Inc., Valencia, CA, USA <http://www.utak.com/>; CTQ/INSPQ: Centre de Toxicologie du Québec (CTQ) Institut national de Santé Publique du Québec, Quebec, Canada <http://www.inspq.qc.ca/ctq/>; OELM: Occupational and Environmental laboratory Medicine. Programa Europeo de Elementos Traza. <http://www.trace-elements.eu/>; UKNEQAS. TEKAS: Faculty of Health and Medical Sciences, University of Surrey. GU2 7XH.Guilford. UK; SEQC: Sociedad Española de Bioquímica Clínica y Patología Molecular.

Abreviaturas: RM, Material de Referencia; PT Proficiency Testing (Test evaluación/ competencia).

Los estudios de investigación rigurosos suelen presentar un límite de detección para el mercurio de 0,5 µg/L y un coeficiente de variación del 10% para una concentración de 8 µg/L. Aunque no tiene mucho sentido que el laboratorio informe intervalos de referencia en elementos tóxicos, como es el caso del mercurio, se ha utilizado como intervalo de referencia 0,6-59,0 µg/L⁵³. Es preferible recomendar un límite basado en consideraciones de salud pública como es el caso de la EPA que recomienda que el MeHg en sangre

de mujeres embarazadas o que planean estarlo debe ser < 5,8 µg/L. El MeHg atraviesa la placenta y los niveles en sangre de cordón umbilical son unas 1,7 veces los de la sangre materna. Por ello, algunos autores consideran que para mantener el MeHg en sangre fetal por debajo del nivel de referencia de la EPA de 5,8 µg/L, la concentración de MeHg en sangre materna no debería superar 3,5 µg/L⁴⁷.

A la hora de interpretar la exposición al MeHg, algunos autores como Ralston et al. consideran que la

simple medida de su concentración no es suficiente para proporcionar información veraz y precisa referente a los riesgos potenciales del MeHg, a menos que se incluya también el selenio (Se) en la evaluación⁵⁴. En este sentido una concentración de mercurio elevada podría causar más toxicidad si el sujeto tiene una concentración de selenio sérico inferior a 60 µg/L, mientras que si tiene un selenio superior a 99 µg/L, sin olvidar que el exceso de selenio también produce efectos adversos, la toxicidad por el mercurio podría disminuir⁵⁵.

Actuación ante elevación de mercurio

No se ha establecido un nivel seguro de mercurio. Algunas organizaciones han desarrollado calculadoras *online* para ayudar a estimar las ingestas seguras de pescado e incluso aplicaciones para *iPhone*. Otros autores también proporcionan consejos clasificando los pescados según su contenido en Hg y en PCB, así como en ácidos grasos omega-3, de manera que obtienen pescados con niveles bajos de contaminantes y elevada concentración de ácidos grasos omega-3 como las anchoas, arenques, sardinas, trucha o salmón salvaje⁴⁷.

Aunque la EPA ha definido criterios de mercurio excesivo en sangre para grupos vulnerables no ha elaborado guías para el resto de la población. El Centers for Disease Control and Prevention define como exposición elevada a Hg una concentración en sangre por encima de 10 µg/L⁵⁶. Por otra parte, algunos Estados como Nueva York requieren a los laboratorios que informen al registro estatal de metales pesados todos los resultados por encima de 5 µg/L. Los autores como Silbernagel creen que se debe proporcionar consejo dietético a todos los pacientes con concentración de mercurio en sangre por encima de 5 µg/L. Aconsejan en esos casos dejar temporalmente de comer pescado o consumir solo los que tienen muy poco mercurio y reintroducir el consumo de pescados y mariscos bajos en mercurio una vez que la concentración de mercurio en sangre sea < 5 µg/L.

Otros autores en Canadá han propuesto la siguiente guía para interpretar la concentración de mercurio en sangre⁴⁶:

- Concentración de Hg en sangre de 4,6 µg/L (inferiores al percentil 95 de la población según el estudio NHANES): se considera normal.
- Concentración de Hg en sangre de 10 µg/L: investigar la exposición.
- Concentración de Hg en sangre de 40 µg/L: derivar al paciente a un centro médico para consulta por toxicólogo clínico.

Health Canada, sin embargo, ha establecido otras guías y recomendaciones para la población general basadas, también, en la concentración de mercurio en sangre²³:

- Mujeres embarazadas, niñas y mujeres hasta los 49 años y niños ≤ 18 años:
 - Hg en sangre <8 µg/L: no se requiere seguimiento.
 - Hg en sangre de 8 µg/L a 40 µg/L: repetir análisis a los 6 meses y proporcionar consejo dietético.
 - Hg en sangre > 40 µg/L: repetir análisis inmediatamente. Programar una cita con un profesional de salud pública para identificar fuentes de exposición al mercurio y proporcionar consejo dietético.
- Mujeres ≥ 50 años y hombres > 18 años:
 - Hg en sangre < 20 µg/L: No se requiere seguimiento.
 - Hg en sangre de 20 µg/L a 100 µg/L: repetir análisis a los 6 meses y proporcionar consejo dietético.
- Niños, niñas, mujeres y hombres a cualquier edad:
 - Hg en sangre > 100: repetir análisis inmediatamente. Programar una cita con un profesional de salud pública para identificar fuentes de exposición al mercurio y proporcionar consejo dietético. Enviar al sujeto a un centro médico para su evaluación clínica, especialmente neurológica, y decidir si es apropiado instaurar un tratamiento.

Uso inadecuado de agentes quelantes

En una intoxicación por mercurio u otros metales pesados, como el plomo, la primera medida a adoptar debe ser siempre la retirada de la fuente de exposición que, además, mejorará o incluso revertirá los síntomas del paciente. En caso necesario se adoptarán medidas de soporte. Sin embargo, existe una preocupación creciente por el aumento en el uso de quelantes de manera inapropiada e incluso peligrosa⁵⁷. El uso de quelación para fines diagnósticos, en pacientes asintomáticos o después de la retirada de amalgamas dentales es innecesario y presenta riesgos para el paciente⁵⁸.

La descripción de los agentes quelantes existentes, sus mecanismos de acción, las posibles indicaciones y efectos secundarios exceden el objetivo de este documento por su complejidad y extensión, por lo que solamente se mencionan los aspectos más controvertidos del uso de agentes quelantes. Estas sustancias se han utilizado históricamente con el objetivo de reducir la carga corporal de los metales tóxicos, en pacientes sintomáticos sobre todo en fase aguda y con elevación del metal en matrices biológicas.

Los agentes quelantes más utilizados en la intoxicación del mercurio han sido el dimercaprol (BAL, British Anti-Lewisite), la D- penicilamina, el ácido 2,3

dimercaptosuccínico (DMSA, Succimer) y el ácido 2,3 dimercapto-1-propanosulfónico (DMPS, Unithiol, Dimaval). Hay que tener en cuenta que los quelantes no actúan igual para todos los metales. Así, por ejemplo, el edetato cálcico disódico (CaNa_2EDTA) que se administra por vía intravenosa es un buen quelante para el plomo pero no para el mercurio⁵⁹.

Los agentes quelantes tienen efectos adversos, entre otros, aumentan la eliminación de elementos esenciales como el Cu y Zn^{60,61} y su eficacia es incierta. Además, no son eficaces en la eliminación del mercurio orgánico como el MeHg o el etilmercurio e incluso su uso como el dimercaprol puede estar contraindicado ya que redistribuye el mercurio en el cerebro desde otros tejidos⁶². La D-penicilamina también puede facilitar la absorción del mercurio desde el tracto gastrointestinal^{58,63}. El DMSA elimina el mercurio principalmente del riñón y no es eficaz en el mercurio del cerebro por lo que es dudoso que pueda mitigar el déficit neurológico⁶⁰. En algunos estudios realizados en niños, aunque disminuye modestamente la concentración del mercurio en sangre no se ha observado beneficio clínico alguno, ni en el cociente intelectual ni en el rendimiento en los tests de comportamiento⁶¹.

Son necesarios más datos clínicos en humanos para elucidar de forma definitiva la eficacia y los efectos adversos potenciales de los agentes quelantes, especialmente en los niños. Mientras tanto, el principio de precaución se puede aplicar a la exposición del mercurio: "Dada la carencia de datos en relación a una mejoría del paciente asociada a la terapia quelante y a que no se puede garantizar que sean seguros, el tratamiento en la exposición a dosis "bajas" incluye solo la intervención ambiental y nutricional^{58"}.

En los últimos años se ha observado un papel de la N-Acetilcisteína como potencial antídoto del MeHg ya que produce un aumento en su excreción urinaria y podría disminuir el MeHg fetal y cerebral. Además, es un fármaco accesible y con escasos efectos adversos^{62,64}.

Otro uso de la quelación más reciente, o más bien uso inadecuado, ha sido el llamado test de movilización (*challenge test*), ya que algunos investigadores argumentaban que la provocación de la excreción urinaria reflejaba mejor la carga corporal de los metales. Esta prueba se ha utilizado ampliamente no solo para medir la carga corporal del plomo, sino también del mercurio y ha dado lugar a diagnósticos erróneos e incluso a la recomendación de iniciar una terapia quelante. En el test de movilización se le administraba al paciente un quelante como el ácido 2,3 dimercaptosuccínico (DMSA, Succimer), el dimercaprol (BAL, British Anti-Lewisite), el edetato cálcico disódico (CaNa_2EDTA) o el ácido 2,3 dimercapto-1-propanosulfónico (DMPS, Unithiol, Dimaval) y a continuación se recogía orina durante un periodo especificado para su análisis^{17,58}. Dependiendo del agente quelante se variaba la dosis y la vía de administración (oral o intravenosa) aunque los más empleados para el mercurio han sido el DMPS y el DMSA⁶⁵. En el caso del MeHg, que se elimina fundamentalmente por la bilis y no por

la orina, no existe base para evaluar la exposición mediante su análisis en la orina ya sea tras provocación por un agente quelante o no.

Además, esta prueba también tiene importantes limitaciones para la evaluación tanto del plomo como de otras especies de mercurio, siendo la más importante que no está validada para el diagnóstico de toxicidad por metales pesados ya que no se han establecido valores de referencia y presenta riesgos como la eliminación de elementos esenciales como el zinc, el calcio, el cobre o el hierro o la posible redistribución del mercurio en órganos diana por el DMSA y el DMPS. Además, hasta la fecha la investigación científica ha fracasado a la hora de establecer una correlación válida entre la exposición previa al metal y los valores que se obtienen en el test de movilización⁶⁶. Por ello, el Colegio Americano de Toxicología Médica (ACMT) ha establecido que los datos científicos disponibles hasta la fecha no son suficientes para apoyar el uso de la prueba de movilización de metales como medio fiable y seguro para la identificación de individuos susceptibles de ser tratados con agentes quelantes. El ACMT concluye que el test de movilización urinaria de metales no se ha validado científicamente, no ha demostrado beneficio alguno y puede ser peligroso para la salud⁶⁷.

Evaluación económica de la exposición al metilmercurio

En esta época de escasos recursos económicos es imprescindible, pese a la dificultad de su cálculo, la evaluación económica de las medidas de salud pública. Entre ellas se encuentra la disminución de la exposición a agentes químicos como el mercurio y los posibles beneficios económicos que conlleva. En los últimos años Schwartz y Pichery han evaluado las ganancias económicas y sociales derivadas de la disminución de la exposición al plomo y a los bifenilos policlorados (PCB), utilizando una metodología similar⁶⁸⁻⁷². La afectación del MeHg en el cociente intelectual (CI) de los niños puede producir importantes efectos que tendrán consecuencias económicas a largo plazo, en términos de su capacidad de producción futura por lo que la estimación de su valor monetario puede ser muy relevante para orientar las prioridades en materia de salud pública. En dos estudios europeos^{73,74} y teniendo en cuenta las recomendaciones de la JECFA y la EPA, Pichery y Bellanger han propuesto dos modelos de ajuste entre niveles de MeHg en pelo (o sangre) y pérdida de puntos de CI: uno es lineal y el otro es logarítmico.

- El modelo lineal establece una relación de 0,465 puntos de CI perdidos por cada incremento de 1 µg de MeHg/g en el pelo de la madre.

$$y (\text{puntos de CI perdidos}) = 0,465 x + b$$

Así, teniendo en cuenta las recomendaciones mencionadas, se pueden establecer otros tantos modelos para calcular las pérdidas de puntos de CI en cada uno de los tramos de concentración de MeHg por gramo de pelo de la madre:

- Tramo 0,58 µg/g - 1 µg/g; Puntos de CI perdidos = $0,465 \times -0,27$
- Tramo 1 µg/g - 2,5 µg/g; Puntos de CI perdidos = $0,465 \times -0,465$
- Tramo $\geq 2,5$ µg/g; Puntos de CI perdidos = $0,465 \times -1,162$

Siendo x la concentración de MeHg en el pelo de la madre, b se calcula en cada ecuación haciendo y = 0. Se asume que la función de dosis-respuesta cumple las siguientes hipótesis:

- No hay pérdida de puntos de CI por debajo de 0,58 µg/g.
 - Representa el deterioro neurológico medio de un niño cuya madre ha estado expuesta a dosis continuas de MeHg como las encontradas en su pelo.
 - Los puntos de CI perdidos se calculan según las fórmulas.
 - Para cada tramo se establece la media de cada intervalo como la concentración que presentarían que es: 0,79 µg/g, 1,75 µg/g y para los mayores de 2,5 µg/g, se establece el valor de 2,62 µg/g (percentil 99,5 de los valores hallados en estos estudios).
- Modelo logarítmico. Dado que algunos estudios apuntan a que la pendiente es más pronunciada a niveles bajos de MeHg, se ajustó un modelo logarítmico en el que al doblar la concentración de metilmercurio en pelo se acaba perdiendo 1,5 puntos de CI. En este caso los valores medios de cada tramo se calculan logarítmicamente. Para estimar los costes que se tendrían a exposiciones más altas que los valores de referencia, se calcula el porcentaje y número de mujeres cuyos valores de MeHg en pelo están por encima de cada uno de los tramos lo que permitirá conocer el número de puntos de CI perdidos. Siguiendo los criterios establecidos por Gould y asumidos por Pichery, el precio de cada punto de CI en valor monetario del año 2008 era de 17.363 euros. De esta forma pueden realizar el análisis de los beneficios en términos de la capacidad de producción ganada, para cada cohorte, a lo largo de toda la vida activa de los niños que evitaron reducciones en el CI. Calculan el beneficio neto multiplicando el número de puntos totales de CI perdidos por 17.363. Como se sabe el número de puntos de CI perdidos en cada tramo, también se pueden calcular los beneficios que se obtendrían de evitar llegar a tener una concentración de MeHg en cada uno de los tramos, desde el mayor al

menor. En este estudio llevado a cabo en Francia y ajustando al modelo lineal, los beneficios que se obtendrían de evitar la actual exposición al MeHg en cada cohorte de recién nacidos, estaría en una franja entre 5 y 1.750 millones de euros. Este mismo estudio se ha llevado a cabo con datos del proyecto DEMOCOPHES en el que se recoge información de 31 estados europeos (en este caso se ha ajustado el valor de cada punto de CI según el Producto Interior Bruto de cada país)⁷⁴. El beneficio que se obtendría, para cada cohorte de niños recién nacidos sería de 39.061 millones de euros, de los cuales 15.564 corresponderían a España. En el caso de Estados Unidos, las cifras que han encontrado para cada cohorte de niños recién nacidos es de 8.700 millones de dólares (rango entre 700 y 13.900 millones de dólares) valor monetario del dólar del año 2000⁷⁵.

Parece evidente que, aunque con incertidumbres relativas a la relación dosis-respuesta que presenta el MeHg, es preciso proponer medidas de salud pública encaminadas a la disminución de la exposición al mercurio y que también se plantee desde el principio la necesidad de evaluar los beneficios de las mismas tanto desde el punto de vista económico como social.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Prof. Patrick Parsons (Chief, Laboratory of Inorganic and Nuclear Chemistry, Deputy Director Division of Environmental Health Sciences, Wadsworth Center, New York State Department of Health, Albany, NY, USA) por los comentarios recibidos sobre el análisis de mercurio en pelo y orina.

Asimismo agradecen a la Dra. Jennifer A. Lowry (Chief, Section of Clinical Toxicology, Children's Mercy Hospitals and Clinics, Kansas City, Missouri, USA) sus aportaciones sobre el uso de los agentes quelantes.

Los autores también expresan su agradecimiento por los comentarios recibidos a:

Sociedad Española de Sanidad Ambiental (SESA): Ángel Gómez Amorín, Isabel Marín Rodríguez, Emiliano Aránguez Ruiz y M^a Luisa Pita Toledo.

Sociedad Española de Bioquímica Clínica y Patología Molecular (Comisión de elementos traza): M^a Luisa Calvo Ruata, José Ángel Cocho de Juan, Jesús Escanero Marcén, M^a Dolores Fernández González, Ángel García de Jalón, M^a Jesús Gaspar Blázquez, Joaquín González Revaldería, Elisa Herrero Huerta, Silvia Izquierdo Álvarez, José Luis López Colón, Irene Palazón Bru, Concepción Pintos Virgós, Victoria Seijas Martínez-Echevarría y Eloísa Urrechaga Igartua.

Referencias

1. World Health Organization (WHO). Exposure to Mercury: A Major Public Health Concern. 2007. (Consultado el 24/02/2014). Disponible en: <http://www.who.int/phe/news/Mercury-flyer.pdf>
2. Environmental Protection Agency & Food and Drug Administration. (Consultado el 23/2/2014.) Disponible en: <http://www.fda.gov/food/foodsafety/product-specificinformation/seafood/foodbornepathogenscontaminants/methylmercury/ucm115662.htm>
3. Health Canada. (Consultado el 23/2/2014). Disponible en: <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/chem-chim/environ/merc/cons-adv-etud-eng.php>
4. Food Standards Australia New Zealand (FSANZ). (Consultado el 23/2/2014.) Disponible en: <http://www.foodstandards.gov.au>
5. European Food Safety Authority (EFSA). Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the Commission related to mercury and methylmercury in food. *The EFSA Journal*. 2004;34:1-14.
6. European Commission. Commission Regulation N°629/2008 of 2 July 2008 amending Regulation N° 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Official Journal L* 2008;173:6-9.
7. Recomendaciones de consumo de pescado (pez espada, tiburón, atún rojo y lucio) debido a la presencia de mercurio. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN). (Consultado el 3/5/2014.) Disponible en: http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/web/rincon_consumidor/subseccion/mercurio_pescado.shtml.
8. EFSA NDA (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies), 2014. Scientific Opinion on health benefits of seafood (fish and shellfish) consumption in relation to health risks associated with exposure to methylmercury. *EFSA Journal*. 2014;12(7):3761,80 pp. doi:10.2903/j.efsa.2014.3761
9. Finnish Food Safety Authority Evira. (Consultado el 23/2/2014.) Disponible en: <http://www.evira.fi/portal/en/food/information+on+food/food+hazards/restriction+on+the+use+of+foodstuffs/dietary+advice+on+fish+consumption/>
10. Agencia Francesa de Seguridad Sanitaria de los Alimentos (AFSSA). (Consultado el 23/2/2014.) Disponible en: <http://www.anses.fr/fr/node/66844>
11. Food Safety Authority of Ireland. FSAI Issues guidelines on consumption of shark, swordfish, marlín and tuna. (Consultado el 3/3/2014.) Disponible en: <http://www.fsai.ie/details.aspx?id=7160>
12. National Institute for Health of United Kingdom. (Consultado el 23/2/2014.) Disponible en: <http://www.nhs.uk/conditions/pregnancy-and-baby/pages/foods-to-avoid-pregnant.aspx#fish>
13. National Food Agency. (Consultado el 3/3/2014). Disponible en: <http://www.slv.se/en-gb/Group1/Food-and-Nutrition/Dietary-guidelines/Advice-about-food-for-you-who-are-pregnant/>
14. United Nations Environment Programme (UNEP). Global Mercury Assessment. UNEP Chemicals Mercury Programme 2002. (Consultado el 24/02/2014). Disponible en <http://www.chem.unep.ch/mercury/Report/GMAreport-TOC.htm>.
15. Kessler R. The Minamata Convention on Mercury: A First Step toward Protecting Future Generations. *Environ Health Persp*. 2013;121:A304.
16. Mackey TK, Contreras JT, Liang BA. The Minamata Convention on Mercury: Attempting to address the global controversy of dental amalgam use and mercury waste disposal. *Sci Total Environ*. 2014;472:125-9.
17. Garg U, González-Estecha M, Jones RL, Lowry J, Manay N, Morse R et al. CLSI. "Measurement Procedures for the Determination of Lead in Blood and Urine; Approved Guideline. Second Edition. *CLSI document C40-A2*. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute; 2013.
18. Clarkson TW, Magos L. The toxicology of mercury and its chemical compounds. *Crit Rev Toxicol*. 2006;36:609-62.
19. López L, Palazón-Bru I, Guessous A, Bodas-Pinedo A, Martínez MJ, González-Estecha M. Cociente de mercurio eritrocitario/plasmático como marcador biológico de exposición al metilmercurio. *Rev salud ambient*. 2013;13(Sup):320.
20. Parsons PJ, Palmer CD, Caldwell KL, Jones RL. Determination of total mercury in urine by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). In: Plasma Source Mass Spectrometry: Proceedings of the 9th International Conference on Plasma Source Mass Spectrometry. London, England (Holland G, Bandura D, eds). London:Royal Society of Chemistry, 2005, pp.59-71
21. Taylor A, Jones RL, Leblanc A, Mazarrasa O, Lee MY, Parsons PJ et al. Instability of mercury in specimens of human urine for external quality assessment. *Accred Qual Assur*. 2009;14:461-6.
22. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Division of Health Assessment and Consultation and Division of Health Education and Promotion. Summary report hair analysis panel discussion: exploring the state of the science. Atlanta, Georgia, 2001.
23. Legrand M, Feeley M, Tikhonov C, Schoen D, Li-Muller A. Methylmercury blood guidance values for Canada. *Can J Public Health*. 2010;101:28-31.
24. Grandjean P, Jorgensen PJ, Weihe P. Validity of mercury exposure biomarkers. In: Biomarkers of environmentally associated disease: technologies, concepts and perspectives. Wilson SH, Suk WA eds. Boca Raton 2002, pp.235-47.
25. Karagas MR, Choi AL, Oken E, Horvat M, Schoeny R, Kamai E et al. Evidence on the human health effects of low-level methylmercury exposure. *Environ Health Persp*. 2012;120:799-806.
26. Oskarsson A, Schultz A, Skerfving S, Hallen IP, Ohlin B, Lagerkvist BJ. Total and inorganic mercury in breast milk in relation to fish consumption and amalgam in lactating women. *Arch Environ Health*. 1996; 51:234-41.
27. Da Costa SL, Malma O, Dorea JG. Breast-milk mercury concentrations and amalgam surface in mothers from Brasilia, Brazil. *Biol Trace Elem Res*. 2005;106:145-51.
28. Dorea JG. Mercury and lead during breast-feeding. *Brit J Nutr*. 2004;92:21-40.
29. He K. Trace elements in nails as biomarkers in clinical research. *Eur J Clin Invest*. 2011;41:98-102.
30. Rees JR, Sturup S, Chen C, Folt C, Karagas MR. Toenail mercury and dietary fish consumption. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2006;17:25-30.
31. Guallar E, Sanz-Gallardo MI, van't Veer P, Bode P, Aro A, Gómez-Aracena J et al. Mercury, fish oils, and the risk of myocardial infarction. *N Engl J Med*. 2002;347:1747-54.
32. Mozaffarian D, Shi P, Morris JS, Spiegelman D, Grandjean P, Siscovick DS et al. Mercury exposure and risk of cardiovascular disease in two U.S. cohorts. *N Engl J Med*. 2011;364:1116-25.
33. Xun P, Liu K, Morris JS, Jordan JM, He K. Distributions and determinants of mercury concentrations in toenails among american young adults: the CARDIA trace element study. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2013;20:1423-30.
34. Gundacker C, Frohlich S, Graf-Rohrmeister K, Eibenberger B, Jessenig V, Gicic D et al. Perinatal lead and mercury exposure in Austria. *Sci Total Environ*. 2010;408:5744-9.
35. Lopez-Colon JL, Veiga D, Montel A, Pradena M, Lozano R. Determination of mercury in blood by cold vapor atomic spectrometry. *Atom Spectrosc*. 2001;22:284-9.
36. Herbelo-Hermelo P, Castro FM, Bermejo-Barrera P. Evaluation of Direct Determination of Mercury in Whole Human Blood Using a Mercury Analyzer. *Atom Spectrosc*. 2011;32:102-6.
37. US EPA Method 7473. (Consultado el 24/02/2014). Disponible en: <http://www.epa.gov/osw/hazards/testmethods/sw846/pdfs/7473.pdf>.
38. Cizdziel JV, Hinnert TA, Heithmar EM. Determination of total mercury in fish tissues using combustion atomic absorption spectrometry with gold amalgamation. *Water, Air, and Soil Pollution*. 2002;135:355-70.
39. Diez S, Montuori P, Querol X, Bayona JM. Total mercury in the hair of children by combustion atomic absorption spectrometry (Comb-AAS). *J Anal Toxicol*. 2007;31:144-9.

40. Cizdziel JV, Gerstenberger S. Determination of total mercury in human hair and animal fur by combustion atomic absorption spectrometry. *Talanta*. 2004;64:918-21.
41. Cizdziel JV, Tolbert C, Brown G. Direct analysis of environmental and biological samples for total mercury with comparison of sequential atomic absorption and fluorescence measurements from a single combustion event. *Spectrochim Acta B*. 2010;65:176-80.
42. Parsons PJ, Barbosa F. Atomic spectrometry and trends in clinical laboratory medicine. *Spectrochim Acta B*. 2007;62:992-1003.
43. Long S, Davis WC, Day R., Christopher S, Mann J, Kelly R. Improved certified values for total mercury and speciated mercury in NIST standard reference materials using isotope dilution ICP-MS. *Am Lab*. 2007;39:26.
44. Liang L, Lazoff S. Evaluation of the procedure for alkaline digestion solvent estimation for methyl mercury artifact formation. *Talanta*. 1999;48:231-3.
45. de Souza SS, Campiglia AD, Barbosa Jr F. A simple method for methylmercury, inorganic mercury and ethylmercury determination in plasma samples by high performance liquid chromatography-cold-vapor-inductively coupled plasma mass spectrometry. *Anal Chim Acta*. 2013;761:11-7.
46. Brodtkin E, Copes R, Mattman A, Kenedy J, Kling R, Yassi A. Lead and mercury exposures: interpretation and action. *Can Med Assoc J*. 2007;176:59-63.
47. Silbernagel SM, Carpenter DO, Gilbert SG, Gochfeld M, Groth III E, Hightower JM et al. Recognizing and preventing overexposure to methylmercury from fish and seafood consumption: information for physicians. *Journal of Toxicology*. 2011;1-7. doi:10.1155/2011/983072.
48. Kales SN, Goldman RH. Mercury exposure: current concepts, controversies, and a clinic's experience. *J Occup Environ Med*. 2002;44:143-54.
49. Doréa JG, Bezerra VLVA, Fajon V, Horvat M. Speciation of methyl and ethyl-mercury in hair of breastfed infants acutely exposed to thimerosal-containing vaccines. *Clin Chim Acta*. 2011; 412:1563-6.
50. Nuttall KL. Interpreting hair mercury levels in individual patients. *Ann Clin Lab Sci*. 2006;36:248-61.
51. Frisch M, Schwartz BS. The pitfalls of hair analysis for toxicants in clinical practice: three case reports. *Environ Health Persp*. 2002;110:433-6.
52. Harkins DK, Susten AS. Hair analysis: exploring the state of the science. *Environ Health Persp*. 2003;111:576-8.
53. Nuttall KL. Interpreting mercury in blood and urine of individual patients. *Ann Clin Lab Sci*. 2004;34:235-50.
54. Ralston MVC, Ralston CR, Blackwell KL III, Raymond LJ. Dietary and tissue selenium in relation to methylmercury toxicity. *Neurotoxicology*. 2008;29:802-11.
55. Thomson CD. Assessment of requirements for selenium and adequacy of selenium status: a review. *Eur J Clin Nutr*. 2004;58:391-402.
56. Centers for Disease Control and Prevention. Case definitions for chemical poisoning. *MMWR*. 2004;54:12-3.
57. McKay CA. Introduction to special issue: use and misuse of metal chelation therapy. *J Med Toxicol* 2013;9:298-300.
58. Risher JF, Amler SN. Mercury exposure: evaluation and intervention the inappropriate use of chelating agents in the diagnosis and treatment of putative mercury poisoning. *Neurotoxicology* 2005;26:691-9.
59. Guzzi G, La Porta CA. Molecular mechanisms triggered by mercury. *Toxicology* 2008;244:1-12.
60. Kosnett MJ. Chelation for heavy metals (arsenic, lead and mercury): protective or perilous?. *Clin Pharmacol Ther*. 2010;88:412-5.
61. Cao Y, Chen A, Jones RL, Radcliffe J, Dietrich KN, Caldwell KL et al. Efficacy of succimer chelation of mercury at background exposures in toddlers: a randomized trial. *J Pediatr*. 2011;158:480-5.
62. Goldman LR, Shannon MW and the Committee on Environmental Health. Technical report: mercury in the environment: implications for pediatricians. *Pediatrics* 2001;108:197-205.
63. Yip L, Dart RC, Sullivan JB. Mercury. In: Sullivan JB, Krieger GR, editors. *Clinical Environmental Health and Toxic Exposures*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2010. p. 867-879.
64. Aremu DA, Madejczyk MS, Ballatori N. N-Acetylcysteine as a potential antidote and biomonitoring agent of methylmercury exposure. *Environ Health Persp*. 2008;116:26-31.
65. Vearrier D, Greenberg MI. Care of patients who are worried about mercury poisoning from dental fillings. *JABFM*. 2010;23:797-8. doi: 10.3122/jabfm.2010.06.100038
66. Ruha AM, Curry SC, Gerkin RD, Caldwell KL, Osterloh JD, Wax PM. Urine mercury excretion following meso-dimercaptosuccinic acid challenge in fish eaters. *Arch Pathol Lab Med*. 2009;133:87-92.
67. American College of Medical Toxicology Position Statement on Post-Chelator Challenge Urinary Metal Testing. *J Med Toxicol*. 2010;6:74-5.
68. Schwartz J. Societal benefits of reducing lead exposure. *Environ Res*. 1994;66:105-24
69. Salkever DS. Updated estimates of earnings benefits from reduced exposure of children to environmental health. *Environ Res*. 1995;70:1-6.
70. Gould E. Childhood lead poisoning: Conservative estimates of the social and economic benefits of lead hazard control. *Environ Health Persp*. 2009;117:1162-7.
71. Pichery C, Bellanger M, Zmirou-Navier D, Glorennec P, Hartemann P, Grandjean P. Childhood lead exposure in France: benefit estimation and partial cost-benefit analysis of lead hazard control. *Environ Health*. 2011;10:1-12.
72. Stewart PW, Lonky E, Reihman J, Pagano J, Gump BB, Darvill T. The Relationship between Prenatal PCB Exposure and Intelligence (IQ) in 9-Year-Old Children. *Environ Health Persp*. 2008;116:141-22.
73. Pichery C, Bellanger M, Zmirou-Navier D, Fréry N, Cordier S, Roue-Legall A et al. Economic evaluation of health consequences of prenatal methylmercury exposure in France. *Environ Health*. 2012;11:53. doi:10.1186/1476-069X-11-53.
74. Bellanger M, Pichery C, Aerts D, Berglund M, Castaño A, Cejchanová M et al. Economic benefits of methylmercury exposure control in Europe: monetary value of neurotoxicity prevention. *Environ Health*. 2012;12:3 doi:10.1186/1476-069X-12(1)-3.
75. Trasande L, Schechter C, Haynes K, Landrigan PJ. Applying Cost Analyses to Drive Policy That Protects Children. *Ann NY Acad Sci*. 2006;1076:911-23. doi: 10.1196/annals.1371.034.



Revisión

Documento de consenso sobre la prevención de la exposición al metilmercurio en España

Montserrat González-Estecha (coordinadora)[‡], Andrés Bodas-Pinedo¹, José Jesús Guillén-Pérez¹², Miguel Ángel Rubio-Herrera⁸, Jesús Román Martínez-Álvarez⁷, Miguel Ángel Herráiz-Martínez⁹, Nieves Martell-Claros¹⁰, José M^a Ordóñez-Iriarte¹¹, María Sáinz-Martín¹, Rosaura Farré-Rovira⁴, Txantón Martínez-Astorquiza⁹, José Antonio García-Donaire¹⁰, Elpidio Calvo-Manuel⁵, Irene Bretón-Lesmes⁸, Santiago Prieto-Menchero², María Teresa Llorente-Ballesteros⁶, María José Martínez-García¹², Rafael Moreno-Rojas⁷, Jordi Salas-Salvadó⁴, Pilar Bermejo-Barrera⁶, María Ángeles Cuadrado-Cenzual², Carmen Gallardo-Pino¹, María Blanco Fuentes, Miriam Torres-Moreno⁴, Elena M. Trasobares-Iglesias⁶, Bernardino Barceló Martín³, Manuel Arroyo-Fernández[‡] y Alfonso Calle-Pascual[‡]

¹Asociación de Educación para la Salud (ADEPS). ²Asociación Española de Biopatología Médica (AEBM). ³Asociación Española de Farmacéuticos Analistas (AEFA). ⁴Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD). ⁵Sociedad de Medicina Interna de Madrid- Castilla la Mancha (SOMIMACA). ⁶Sociedad Española de Bioquímica Clínica y Patología Molecular (SEQC). ⁷Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación (SECCA). ⁸Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición (SEEN). ⁹Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. Sección de Medicina Perinatal (SEMEPE-SEGO). ¹⁰Sociedad Española de Hipertensión- Liga Española para la Lucha contra la Hipertensión Arterial (SEH-LELHA). ¹¹Sociedad Española de Salud Pública y Administración Sanitaria (SESPAS). ¹²Sociedad Española de Sanidad Ambiental (SESA). España.

Resumen

Los efectos beneficiosos del consumo de pescado tanto en niños como en adultos han sido bien reconocidos. Sin embargo, la ingesta de metilmercurio principalmente a través del pescado y marisco contaminado puede producir efectos adversos en la salud. El grupo de estudio para la prevención de la exposición al metilmercurio (GEPREM-Hg), constituido por representantes de diferentes sociedades científicas españolas, ha elaborado un documento de consenso donde se recogen en forma de preguntas y respuestas las principales conclusiones, recomendaciones y propuestas planteadas en el grupo. El objetivo del documento es profundizar en el conocimiento de los factores asociados a la exposición al metilmercurio, los posibles efectos sobre la salud en la población española, los métodos de análisis, la interpretación de los resultados, el coste económico y establecer finalmente recomendaciones de consumo de pescados y mariscos. El grupo considera acertadas todas las iniciativas encaminadas a reducir o prohibir el uso del mercurio y la necesidad de conocer los resultados de los análisis de contaminantes que se realizan en los pescados y mariscos que se comercializan en España. Además, opina que se

CONSENSUS DOCUMENT ON THE PREVENTION OF EXPOSURE TO METHYLMERCURY IN SPAIN

Abstract

The beneficial effects of fish consumption in both children and adults are well known. However, the intake of methylmercury, mainly from contaminated fish and shellfish, can have adverse health effects. The study group on the prevention of exposure to methylmercury (GEPREM-Hg), made up of representatives from different Spanish scientific societies, has prepared a consensus document in a question and answer format, containing the group's main conclusions, recommendations and proposals. The objective of the document is to provide broader knowledge of factors associated with methylmercury exposure, its possible effects on health among the Spanish population, methods of analysis, interpretation of the results and economic costs, and to then set recommendations for fish and shellfish consumption. The group sees the merit of all initiatives aimed at reducing or prohibiting the use of mercury as well as the need to be aware of the results of contaminant analyses performed on fish and shellfish marketed in Spain. In addition, the group believes that biomonitoring systems should be set up in order to follow the evolution of methylmercury exposure in children and adults and perform studies designed to learn more about the possible health effects of concentrations found in the Spanish population, ta-

Correspondencia: Montserrat González-Estecha.
Servicio de Análisis Clínicos (Unidad de Elementos Traza).
[‡]Hospital Clínico San Carlos.
Instituto de Investigación Sanitaria (IdISSC).
c/ Prof. Martín Lagos s/n
28040 Madrid. Spain
E-mail: montse@cmpx.net

Recibido: 20-XI-2014.
Aceptado: 15-XII-2014.

deberían establecer sistemas de biomonitorización para conocer la evolución de la exposición al metilmercurio en niños y adultos y realizar estudios diseñados para conocer los posibles efectos sobre la salud de las concentraciones halladas en la población española, teniendo en cuenta el estilo de vida, los patrones de consumo alimentarios y la dieta mediterránea.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:16-31)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8392

Palabras clave: *Metilmercurio. Pescado. Salud. Recomendaciones. Biomarcadores. Coste-beneficio.*

Antecedentes, justificación y objetivos

El mercurio es un tóxico ambiental que causa numerosos efectos adversos en la salud humana y en los ecosistemas naturales. Toda la población está expuesta a bajos niveles de mercurio. Los factores que determinan la aparición de efectos adversos y su severidad son entre otros: la forma química del mercurio (elemental, inorgánico, orgánico), la dosis, edad, duración de la exposición, vía de exposición, y los factores ambientales, nutricionales y genéticos¹⁻³.

Los efectos beneficiosos del consumo de pescado tanto en niños como en adultos han sido bien reconocidos. Sin embargo, se ha descrito que la ingesta de metilmercurio (MeHg), principalmente a través del pescado y marisco contaminado, puede producir efectos perjudiciales especialmente sobre el desarrollo del sistema nervioso en el feto y el recién nacido. En los adultos que consumen grandes cantidades de pescado, algunos estudios también han sugerido que la exposición al MeHg puede producir efectos sobre la salud especialmente sobre el riesgo cardiovascular⁴⁻⁶.

España es uno de los países con un consumo más elevado de pescado y según diferentes estudios de base poblacional llevados a cabo recientemente, es también uno de los países con mayores concentraciones de mercurio en sangre⁶.

El Grupo de Estudio para la Prevención de la Exposición al Me-Hg (GEPREM-Hg) se constituyó en el hospital Clínico San Carlos de Madrid con el objetivo de proporcionar recomendaciones para la prevención y evaluación de la exposición al MeHg en España tanto en niños como en adultos.

En este documento solo se trata el metilmercurio (MeHg), procedente principalmente del consumo de pescado y marisco contaminado, por lo que hay que tener en cuenta que las recomendaciones pueden ser muy diferentes en intoxicaciones por otras especies de mercurio cuyas fuentes de exposición también difieren. Asimismo, tampoco se tratarán otros contaminantes del pescado como algunos metales pesados (Pb, Cd), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), policlorobifenilos (PCBs), dioxinas y furanos (PCD-D/F), de manera que los consejos dietéticos solamente se refieren al MeHg.

king into account the lifestyle, eating patterns and the Mediterranean diet.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:16-31)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8392

Key words: *Methylmercury. Fish. Health. Advisory. Biomarkers. Cost-benefit.*

El grupo GEPREM-Hg está constituido por representantes de sociedades científicas españolas de salud ambiental, medicina de laboratorio, endocrinología, nutrición, alimentación y dietética, educación para la salud, hipertensión arterial, salud pública, administración sanitaria, epidemiología y ginecología entre otras participantes. El grupo ha elaborado 3 documentos técnicos^{3,6,7} y el presente documento de posicionamiento, fruto de la búsqueda, evaluación y síntesis de la evidencia científica existente sobre la exposición al metilmercurio en la población general española, que es más elevada que en otros países de nuestro entorno por el mayor consumo de pescado.

En el primer documento técnico se han resumido las fuentes de exposición, toxicocinética, las diferencias según el sexo, así como los factores nutricionales y genéticos asociados a la exposición al MeHg³. En el segundo documento técnico se detallaron los efectos sobre la salud en niños y adultos, los estudios realizados en diferentes países y las concentraciones de mercurio halladas en España y en otros países⁶. En el tercer documento técnico se refirieron las recomendaciones existentes para la población general especialmente en los grupos vulnerables como las mujeres embarazadas y niños, las ventajas y limitaciones de las matrices biológicas en las que se evalúa la exposición al MeHg, los métodos de análisis, la interpretación de los resultados del laboratorio, el posible tratamiento y una evaluación económica de la exposición al MeHg⁷.

Por último, en este documento de consenso de las sociedades participantes se establecen recomendaciones, se identifican carencias y se sugiere que se realicen aquellos estudios necesarios que permitan un mayor conocimiento del grado de exposición actual y de los posibles efectos del MeHg sobre la salud, especialmente sobre el riesgo neurológico y cardiovascular de la población española.

A continuación se recogen las principales conclusiones, recomendaciones y propuestas a las preguntas planteadas en el grupo:

1. ¿De donde provienen el mercurio (Hg) y el metilmercurio (MeHg)?

La contaminación ambiental del mercurio proviene de fuentes naturales como las erupciones volcánicas, o de las emisiones antropogénicas como la combus-

ción de fósiles, los procesos de incineración, las cementeras, la industria cloroalcalina, la producción de elastómeros de poliuretano, la minería, la extracción aurífera artesanal y de pequeña escala, o bien los depósitos creados por estas emisiones que nuevamente se evaporan pasando a la atmósfera y se introducen en los ciclos biológicos^{8,9}.

En el ciclo acuático del mercurio, una vez que este elemento tóxico se ha depositado, se transforma en metilmercurio (MeHg) por la acción de determinadas bacterias sulfato reductoras y se bioacumula en los organismos acuáticos incorporándose a la cadena trófica de alimentos. También se biomagnifica, es decir el contenido de metilmercurio aumenta a medida que aumenta el nivel trófico¹⁰⁻¹².

2. ¿El consumo de pescado es beneficioso para la salud?

Sí. El pescado es una fuente importante de nutrientes como, entre otros, ácidos grasos omega -3 de cadena larga, proteínas de alta calidad, selenio (Se) y vitamina D^{1,10}.

3. ¿Cuál es la principal fuente de exposición al MeHg?

La fuente de exposición principal al metilmercurio (CH₃Hg) es el consumo de pescado salvaje y marisco contaminado¹.

Aunque no es la fuente principal de exposición, el consumo procedente de acuicultura también podría suponer una fuente de exposición por la posible presencia de MeHg en los piensos⁵. Recientemente se ha descrito también el arroz contaminado como fuente de exposición al MeHg en algunas regiones del Sur de China como Guizhou^{13,14}.

4. ¿Cuales son los peces con mayor contenido en MeHg?

Los peces con mayor contenido de mercurio son los peces grandes depredadores como el emperador, pez espada, el tiburón, el atún o el marlín entre otros animales marinos, como las ballenas^{1,3}.

5. ¿Se puede eliminar el MeHg mediante la limpieza o cocinado del pescado?

No. El 90 a 100% del contenido de mercurio en los peces se encuentra en forma de MeHg. Se halla unido a proteínas (no en la grasa) por lo que no se elimina mediante la limpieza ni el cocinado del pescado¹¹.

6. ¿Qué reglamento regula en España el contenido máximo de mercurio permitido para los productos de la pesca?

La Unión Europea estableció en el Reglamento Nº629/2008 el contenido máximo de mercurio permitido en 0,5 mg/kg de peso fresco para los productos de la pesca, excepto para los listados en el punto 3.3.2,

de dicho reglamento, que es de 1 mg/kg¹⁵ que incluye los siguientes pescados con elevado contenido en mercurio: rape, perro del norte, bonito, anguila, reloj, cabezudo, fletán, rosada del Cabo, marlín, gallo, salmónete, rosada chilena, lucio, tasarte, capellán, pailona, raya, gallineta nórdica, pez vela, pez cinto, besugo, tiburón, escolar, esturión, pez espada y atún. Hay que tener en cuenta la especie (nombre científico) incluida en dicho listado, ya que, por ejemplo, el fletán negro, el rape negro y el gallo del Norte son especies distintas que se consumen en España con contenido inferior en mercurio^{3,16,17}.

7. ¿Cuál es la ingesta semanal tolerable provisional para el MeHg?

En el año 2000, el Centro de Investigación Nacional (NRC) de Estados Unidos, estableció para el MeHg una ingesta límite semanal de 0,7 µg/kg peso corporal y, en función de esta recomendación, la EPA estableció un límite de MeHg en pelo <1 µg/g y en sangre de 5,8 µg/L¹⁸ (se estima que el MeHg es aproximadamente el 90% del mercurio total por lo que correspondería a 6,4 µg/L de mercurio total en sangre)¹¹.

A nivel internacional, la JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) estableció la ingesta semanal tolerable provisional en 1,6 µg de MeHg por kilo de peso corporal en el año 2003¹⁹. En el año 2012, la EFSA (European Food Safety Authority) rebajó la ingesta semanal tolerable provisional a 1,3 µg de MeHg por kilo de peso corporal, que correspondería a una concentración de MeHg en sangre aproximadamente de 10,8 µg/L y de 12 µg/L de mercurio total²⁰.

8. ¿El contenido de mercurio es diferente si el pescado es fresco, congelado o enlatado?

La forma en que se encuentra el pescado (fresco, congelado o enlatado) no influye en el contenido de mercurio²¹.

9. ¿Qué especie de atún hay en las latas de bonito del Norte, atún y atún claro?

Según la escala de grises de Munsell, la FDA denomina "White tuna" al *Thunnus alalunga* que no supera el valor de 6,3 de dicha escala de grises y denomina como "light tuna" o atún claro al que se encuentra entre 6,3 y 5,3 de la escala Munsell. El bonito del Norte es el atún blanco (White tuna en inglés) o albacora (*Thunnus alalunga*)^{21,22}. En EE. UU. el atún claro está constituido principalmente de atún listado (Skipjack en inglés; *Katsuwonus pelamis*) y pequeñas cantidades de rabil (Yellowfin en inglés; *Thunnus albacares*), aunque puede incluir alguna otra especie^{21,23}. Sin embargo, en España, el Real Decreto aprobado en 2009 denomina como atún claro al rabil y al atún patudo (Bigeye en inglés; *Thunnus obesus*)²⁴. En España, el atún listado enlatado también se puede denominar simplemente como atún.

10. *¿Existen diferencias en el contenido de mercurio en las latas de atún según el líquido de cobertura?*

El contenido de mercurio de las latas de atún no depende del líquido de cobertura (aceite, natural, escabeche) sino que difiere según varios factores como la especie del atún, tamaño, origen por lo que en algunos países puede ser más bajo el contenido de mercurio del atún claro enlatado y en otros no necesariamente. Por ejemplo, en un estudio realizado en España en diferentes latas de atún, los autores encontraron concentraciones de mercurio en las latas de atún claro superiores a las de otros países como en EE. UU.^{21,25}. Sin embargo, los autores no encontraron diferencias en la concentración de mercurio del bonito del Norte con las publicadas por la FDA en 2010 ni en las de caballa en las que en estas últimas la concentración de mercurio fue mucho más baja que en las latas de atún^{23,25}.

11. *¿Cómo se puede conocer el contenido de mercurio del pescado?*

En España, los resultados de todos los análisis de mercurio que se realizan tanto en pescado fresco, congelado y enlatado no son accesibles para la población. En otros países, como EE. UU., la FDA publica los resultados de sus programas de monitorización y es posible conocer los pescados más contaminados en los diferentes Estados²³. El contenido en mercurio difiere según las especies y zonas geográficas, por lo que no es prudente asumir directamente los datos obtenidos de otros países.

Por ejemplo, la merluza se considera que tiene poco mercurio según muchos de los estudios publicados como el de la FDA de los años 1994-2009 que refiere una mediana de 0,067 mg/kg²³. Sin embargo, en el estudio realizado en los años 2005-2007 sobre "Contaminantes químicos en pescado y marisco consumido en Cataluña" promovido por la Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria, el mayor aumento de mercurio comparando merluza, sardina y mejillón fue el de la merluza que pasó de 0,09 mg/kg en el año 2000 a 0,19 en el año 2005²⁶. Esta concentración de mercurio de la merluza es similar a la hallada en los datos publicados en el año 1995 por el programa de vigilancia de alimentos del País Vasco²⁷ y más elevada que la encontrada en la pescadilla, bacalao, sardinas, anchoas, gallo y calamar²⁷⁻²⁹.

12. *¿Es necesario limitar el consumo solamente de los pescados con elevado contenido en mercurio?*

Es imprescindible conocer las concentraciones reales de mercurio de los pescados y mariscos (incluyendo latas) que se consumen habitualmente en España y su cantidad para poder aconsejar a la población, ya que la cantidad consumida de un pescado puede influir más en la carga corporal de un individuo que el hecho de que un pescado supere o no un límite legal. En este sentido también hay que señalar que una dosis elevada puntual de MeHg puede ser más perjudicial para

el sistema nervioso en desarrollo que una dosis baja crónica¹¹. Por ejemplo, según las recomendaciones de la EFSA del año 2012²⁰, un niño de 25 kilos de peso que comiera una ración (75 g) de pescado con 0,5 mg/kg de mercurio no debería volver a comer pescado en 8 días. Si se tiene en cuenta las recomendaciones de la EPA¹⁸ más restrictivas, ese niño no debería volver a comer pescado en 15 días. Sin embargo, si el contenido de mercurio del pescado fuese menor (0,05 mg/kg) ese niño podría comer pescado todos los días e incluso en mayor cantidad (115 g al día).

13. *¿Cómo se distribuye y metaboliza el MeHg en el cuerpo humano?*

El MeHg se absorbe en el tracto gastrointestinal en torno a un 95%. Una vez absorbido, el MeHg pasa a la sangre en una proporción 20 (hematíes)/1 (plasma) donde tiene una vida media relativamente larga, entre 44-80 días. Se distribuye por todos los tejidos atravesando fácilmente la barrera hematoencefálica y la placenta. La excreción del MeHg tiene lugar principalmente a través de las heces (hasta un 90%) y el cabello y en una pequeñísima proporción en la orina al desmetilarse a mercurio inorgánico. El MeHg se excreta poco en la leche, ya que el principal componente es el mercurio inorgánico. Se ha observado que el tratamiento con antibióticos reduce la excreción fecal, mientras que la dieta rica en fibra aumenta la excreción^{2,11}.

14. *¿La toxicidad del MeHg difiere según el sexo?*

La susceptibilidad a la neurotoxicidad del MeHg relacionada con el sexo no ha sido muy estudiada y los resultados disponibles no son concluyentes. En la intoxicación que ocurrió en Iraq, las mujeres resultaron más afectadas que los hombres, cuando la exposición fue en la edad adulta^{1,11}. Sin embargo, estudios epidemiológicos realizados en la edad infantil han referido que los niños son más susceptibles a los efectos neurotóxicos del MeHg que las niñas, cuando han sufrido una exposición a una edad temprana³⁰.

15. *¿Los ácidos grasos poliinsaturados mitigan la toxicidad del MeHg?*

Los ácidos docosahexaenoico (DHA) y eicosapentaenoico (EPA) son ácidos grasos poliinsaturados que se encuentran en el pescado y en otros productos de la dieta. Es importante su ingesta durante el desarrollo fetal y neurológico de los niños expuestos a MeHg. Se ha sugerido que la ingesta de ácidos grasos de cadena larga poliinsaturados previene o mitiga la toxicidad del MeHg en general y los efectos neurológicos y cardiovasculares en particular³¹.

16. *¿El selenio modifica la toxicidad del MeHg?*

El selenio ha recibido una gran atención como potencial protector de la toxicidad del metilmercurio en

poblaciones consumidoras de pescado³¹. El estatus de selenio se mide en suero o plasma y conviene recordar que es un elemento esencial pero también puede ser tóxico, con un rango sin efectos adversos muy estrecho. La ingesta en Europa es baja y en su evaluación también hay que tener en cuenta que el selenio disminuye como reactante de fase aguda al disminuir la síntesis de selenoproteínas por la acción de citoquinas inflamatorias y en la insuficiencia renal por baja producción de GPx³².

En el caso de los pescados, recientemente se ha descubierto que la selenoneína tiene una gran actividad anti radicales libres y es el compuesto predominante en el atún y la caballa, mientras que se han encontrado concentraciones menores en el calamar y tilapia³².

Algunos investigadores³³ refirieron que la toxicidad del MeHg no se podía predecir por el mercurio tisular sino por la presencia tanto de selenio como de MeHg ya que la formación de complejos MeHg-selenocisteína (pseudometionina) probablemente reducía la biodisponibilidad del selenio y de ese modo interfería con la síntesis de las enzimas antioxidantes dependientes del selenio (selenoenzimas) que proporcionan protección antioxidante en el cerebro. Concluyeron que el ratio molar de Hg/Se parece proporcionar una información con más sentido fisiológico y hace posible una mejor interpretación del riesgo de la exposición al MeHg que la concentración del mercurio en sangre solo, ya que las selenoenzimas constituyen la diana de la toxicidad por el MeHg^{31,33,34}.

17. *¿Otros componentes de la dieta modulan la toxicidad del MeHg?*

Algunos componentes de la dieta como el alcohol aumentan la toxicidad del MeHg especialmente en el riñón¹¹. Sin embargo, otros elementos como las frutas, verduras y la fibra parece que disminuyen la concentración de MeHg en el organismo³⁵⁻³⁷. También se ha observado *in vitro* que alimentos ricos en fitoquímicos como el té verde, el té negro y la proteína de soja, reducen la bioaccesibilidad del mercurio cuando se ingieren simultáneamente con pescado. Los compuestos tiol hallados en el ajo también actúan como quelantes de mercurio^{36,37}.

18. *¿Existe predisposición genética a la toxicidad por el MeHg?*

En los últimos años, se ha empezado a documentar factores genéticos y epigenéticos que pueden influir en la toxicocinética del mercurio y modificar el riesgo individual sobre la salud asociado a la exposición, lo que explicaría parte de la susceptibilidad variable a la toxicidad del mercurio^{38,39}.

19. *¿El MeHg procedente del consumo de pescado contaminado puede afectar la salud de los niños y los adultos?*

Sí, aunque el feto en desarrollo y los niños pequeños son los más vulnerables a los efectos neurotóxicos del MeHg. En los adultos que consumen grandes cantidades de pescado algunos estudios también han referido que la exposición al MeHg puede producir efectos adversos sobre la salud y se ha sugerido que podría aumentar el riesgo de eventos cardiovasculares en la población expuesta^{1,2,6}.

20. *¿Cuáles son los efectos neurológicos en los niños?*

Exposición muy elevada al MeHg como la ocurrida en Minamata producía en los niños afectados intraútero un cuadro análogo a una parálisis cerebral grave, con un importante retraso en el desarrollo, ceguera, sordera, y alteraciones del tono muscular y de los reflejos tendinosos profundos^{4,40,41}.

En los niños, la toxicidad neurológica del MeHg, con dosis más bajas que las referidas en Minamata, afecta especialmente a la memoria⁴²⁻⁴⁴, el lenguaje, la atención, las habilidades verbales^{42,45,46}, y en menor medida a la función visuoespacial y motora^{46,47}.

21. *¿Puede producir otros efectos en los niños?*

Algunos estudios han encontrado una relación entre la concentración de mercurio en sangre de cordón y el bajo peso al nacer y la prematuridad⁴⁸⁻⁵⁰. También se han descrito algunos efectos cardiovasculares como la afectación de la variabilidad de la frecuencia cardiaca o el aumento de la presión arterial^{51,52}, y una asociación con la inflamación sistémica⁵³.

22. *¿Qué concentración de mercurio tienen los niños en España?*

Las concentraciones de mercurio halladas por distintos investigadores en niños en España son muy similares entre sí y más bajas que las encontradas en adultos. Sin embargo, son más elevadas que las referidas en niños de otros países europeos como República Checa, Alemania, Bélgica, EE. UU, Corea y Canadá. Otros países como Japón presentan, en cambio, concentraciones de mercurio más elevadas que en España, así como en el Amazonas brasileño y en la Guayana francesa donde los niños consumen pescado altamente contaminado debido a la actividad minera de extracción del oro^{6,54-62}.

El proyecto Infancia y Medio Ambiente (INMA) ha encontrado una media aritmética de mercurio en pelo comprendida entre 0,94 µg/g y 1,68 µg/g dependiendo de las cohortes estudiadas que equivaldría en sangre a 3,76 µg/L y 6,72 µg/L respectivamente y una asociación con el consumo de pescado⁶³.

Otro estudio realizado en la Comunidad de Madrid también encontró diferencias significativas entre el mercurio en pelo del grupo que no consumía pescado (mediana de 0,68 µg/g) y los que consumían más de 4 veces a la semana (mediana de 2,34 µg/g) que en sangre equivaldría a 2,72 µg/L y 9,36 µg/L respectivamente⁶⁴.

En otro estudio realizado en sangre en niños de la Comunidad de Madrid se observó una mediana de Hg en sangre de 3,67 (RIC: 1,09- 4,55) $\mu\text{g/L}$. El 18,9% de los niños tenía concentraciones de mercurio en sangre superiores al límite establecido por la EPA de MeHg de 5,8 $\mu\text{g/L}$. En este estudio se observó, además de la asociación con el consumo de pescado, una correlación entre el mercurio y el selenio. Los niños en el tercer tercil de mercurio ($>3,5 \mu\text{g/L}$) tenían concentraciones de selenio más elevadas (media 74,49 vs 64,98 $\mu\text{g/L}$) que los niños del primer tercil ($\leq 1,35 \mu\text{g/L}$)⁶⁵.

23. *¿La exposición al MeHg por el consumo de pescado contaminado produce efectos adversos en los adultos?*

Sí. Aunque los efectos perjudiciales del MeHg mejor documentados son los que se producen sobre el desarrollo del sistema nervioso en el feto y el recién nacido, cada vez hay más estudios que indican que la exposición al MeHg en la población general también puede afectar a la función cognitiva, reproducción, y al riesgo cardiovascular en adultos⁶.

24. *¿Cuáles son los efectos cardiovasculares del MeHg en los adultos?*

La exposición al MeHg puede causar estrés oxidativo lo que puede llevar al desarrollo de la enfermedad cardiovascular por su contribución en las arritmias, hipertensión arterial, en el desarrollo de la placa aterosclerótica y la variabilidad del ritmo cardíaco. Se ha recomendado también que, en relación con la exposición al MeHg y el infarto de miocardio, se desarrolle una función dosis-respuesta para su uso en futuras regulaciones sobre emisiones de mercurio⁶⁶⁻⁶⁸.

25. *¿Qué otros efectos adversos produce el MeHg en adultos?*

En la intoxicación de Minamata, con concentraciones de mercurio en el pelo entre 50 y 700 $\mu\text{g/g}$ (que corresponde aproximadamente a 200 y 2800 $\mu\text{g/L}$ en sangre) los efectos que se observaron en los adultos fueron parestesias periorales y distales, ataxia, estrechamiento del campo visual, problemas de audición, trastornos del habla, temblores de manos y pies. En los casos graves se producía una encefalopatía grave que conducía al coma y a la muerte^{40,41}.

En la población general, con concentraciones mucho más bajas que en la intoxicación de Minamata, se han observado déficits asociados al MeHg en las funciones motoras, psicomotoras, visuales y cognitivas en poblaciones del Amazonas brasileño y grandes consumidores de atún en Italia^{69,70}.

También se han descrito algunos posibles efectos adversos sobre la reproducción y relacionados con la inmunidad⁶.

26. *¿Qué concentración de mercurio tienen los adultos en España?*

En España, existen pocos estudios realizados de exposición al MeHg en población general adulta. En todos los estudios que se refieren a continuación se encontró una asociación entre la concentración de mercurio en sangre o en pelo con el consumo de pescado⁶.

En un estudio que tuvo lugar entre 1992-1995 en Guipúzcoa, los investigadores hallaron una media de concentración de mercurio en sangre de 17,9 $\mu\text{g/L}$ ²⁸.

En el año 2007 en Madrid, se refirió una media geométrica de mercurio en cabello de 2,23 $\mu\text{g/g}$ (que correspondería aproximadamente a 8,92 $\mu\text{g/L}$ de mercurio en sangre)⁷¹. También en Madrid, en otro estudio se hallaron resultados similares con una mediana de concentración de mercurio en sangre de 6,1 $\mu\text{g/L}$ ⁷².

En el estudio EMA (Exposición a Mercurio en Adultos) realizado en 2008 en tres ciudades españolas, en el que también se midieron elementos esenciales como el selenio, se encontró la mediana de mercurio en sangre más elevada en Santiago de Compostela (15,1 $\mu\text{g/L}$; RIC: 10,2-19,9), seguida de la de Cartagena (8,95 $\mu\text{g/L}$; RIC: 6,7-13,8) y por último la de Madrid (7,9 $\mu\text{g/L}$; RIC: 5,2-11,5)⁷³.

Llama la atención que los datos publicados de mercurio en la población española son comparables a los de Japón, cuyo consumo de pescado es mucho más elevado que en España⁷⁴. Sin embargo, las concentraciones de mercurio españolas son mucho más elevadas que las referidas en Estados Unidos, Canadá y otros países europeos⁶.

Existe, por tanto, una variabilidad entre los países que podría explicarse no solo por la cantidad de pescado consumida, sino también por el tipo o especies de pescados que se consumen, así como por otro tipo de factores.

27. *¿Es suficiente con reducir las emisiones de mercurio?*

En octubre de 2013 se firmó un tratado internacional llamado Convención de Minamata sobre el mercurio. Este documento incluye medidas tanto voluntarias como obligatorias para controlar las emisiones de mercurio de varias fuentes, así como la retirada de este elemento de ciertos productos y procesos industriales, restringir su comercio y eliminarlo de la minería.

Se mantiene el comercio de mercurio para la extracción aurífera artesanal y en pequeña escala y el uso del timerosal en algunas vacunas, ya que se ha tenido en cuenta su papel en la protección de los niños más pobres. Sin embargo, aunque la Convención de Minamata logre reducir con éxito las nuevas emisiones de mercurio, las concentraciones de mercurio ya existentes en el medio ambiente pueden permanecer aún cientos de años, por lo que es fundamental proporcionar recomendaciones dietéticas a la población vulnerable^{75,76}.

28. ¿Existen recomendaciones para disminuir la exposición al MeHg?

Sí. Existen recomendaciones de consumo de pescado desde hace años en muchos países como Estados Unidos, Canadá, Australia/Nueva Zelanda y en Europa⁷. Hay que tener en cuenta que el mismo tipo de pescado puede tener diferente contenido de mercurio dependiendo de diversos factores como el origen o el tamaño y que existen también recomendaciones locales para algunos pescados que solo se comercializan en ciertas áreas.

En España, las recomendaciones de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) para poblaciones sensibles (mujeres embarazadas o en periodo de lactancia y población infantil) se hicieron en el año 2011⁷⁷:

- Se recomienda a las mujeres embarazadas o que puedan llegar a estarlo, mujeres en periodo de lactancia y a niños de corta edad (entre 1 y 30 meses) consumir una amplia variedad de pescados, por sus grandes beneficios nutritivos, evitando consumir las especies más contaminadas con mercurio cuyo consumo debe limitarse en determinadas etapas.
- Las recomendaciones para el consumo de pez espada, tiburón, atún rojo (*Thunnus thynnus*: especie grande, normalmente consumida en fresco o congelada y fileteada) y lucio son las siguientes:
 - Mujeres embarazadas o que puedan llegar a estarlo o en período de lactancia. Evitar el consumo.
 - Niños < 3 años. Evitar el consumo.
 - Niños 3-12 años. Limitar a 50 g/semana o 100 g/ 2 semanas (No consumir ningún otro de los pescados de esta categoría en la misma semana)⁷⁷.

29. ¿Cuáles son las muestras biológicas más utilizadas en la evaluación del Hg?

Sangre

La sangre total es el mejor espécimen para evaluar el MeHg ya que se concentra en los hematíes. El 90% aproximadamente del mercurio de la sangre es MeHg. Se recomienda utilizar sangre anticoagulada con EDTA K₂ en tubos testados previamente que estén libres de mercurio, ya que la sangre anticoagulada con heparina tiende a formar pequeños coágulos con el paso del tiempo^{7,11}.

Orina

La medida de mercurio en orina no es útil para la evaluación del MeHg, aunque una pequeña fracción del mercurio inorgánico que aparece en la orina pro-

viene de la desmetilación del MeHg (un 10% aproximadamente). Para la correcta interpretación de la concentración de mercurio en orina siempre se debe referir a creatinina (en caso de muestra aislada de orina) o informar de la excreción en 24 horas aunque, como se ha señalado, no es el espécimen más adecuado para la evaluación del MeHg^{78,79}.

Pelo

El MeHg se acumula en el pelo y su concentración puede ser entre 250 y 300 veces la hallada en los hematíes (multiplicando por 4 la concentración en pelo de mercurio en µg/g se puede estimar la concentración en sangre en µg/L). El análisis en pelo se ha utilizado mucho en estudios epidemiológicos y para documentar exposición antigua, aunque existe y ha existido mucha controversia en relación con este tipo de análisis. Las principales limitaciones del pelo son la dificultad de diferenciar una exposición endógena de una exógena, la necesidad de estandarización de los métodos y protocolos preanalíticos, la ausencia de rangos de referencia debido a la variabilidad individual y biológica y la menor disponibilidad de materiales de referencia y de control de calidad^{11,80}.

Uñas

Al igual que la sangre y el pelo, el mercurio de las uñas también es principalmente MeHg, aunque presenta limitaciones similares al análisis en pelo: la contaminación exógena, la distribución heterogénea, la falta de estandarización en los métodos, así como la ausencia de programas de control de calidad externo y de material de referencia certificado indican una gran fuente de incertidumbre en la medida de mercurio y de otros elementos en las uñas⁸¹.

Leche materna

Se estima que aproximadamente entre el 50 al 80% del mercurio en la leche materna es inorgánico por lo que la leche materna no refleja bien la exposición al MeHg procedente del pescado⁸²⁻⁸⁴.

30. ¿Cuál es el mejor espécimen para evaluar la exposición al MeHg?

La sangre total es la mejor matriz biológica para la evaluación del MeHg por la ausencia de contaminación, la estandarización en su recogida y manipulación, la existencia de métodos exactos y precisos, así como de materiales de referencia y programas externos de garantía de calidad en los que participan un gran número de laboratorios^{7,85}.

La principal indicación del uso del pelo para medir exposición al MeHg se encuentra en los estudios epidemiológicos, especialmente en los niños debido a la facilidad para obtener este tipo de muestras. Sin embargo, debido a las limitaciones que presenta el pelo no se recomienda su uso de manera rutinaria,

ni con fines diagnósticos ni mucho menos para instaurar un tratamiento. En relación con la exposición fetal, aunque el mercurio en el cabello materno correlaciona con el de la sangre de cordón, se considera que es mejor marcador el mercurio de la sangre de cordón^{80,81,86}.

31. ¿Cuáles son los métodos de análisis del Hg y MeHg?

El método más ampliamente utilizado para la determinación del mercurio en cualquier medio ha sido la espectroscopía de absorción atómica (AAS) con la técnica del vapor frío (CV). También se puede medir mercurio de manera directa en muestras sólidas o líquidas, mediante unos “analizadores de mercurio”, que se basan en la descomposición térmica de la muestra liberándose el mercurio, que se determina por AAS. Además, se puede realizar análisis de mercurio mediante espectrometría de masas con plasma acoplado por inducción (ICP-MS)^{7,85,87}.

Para diferenciar entre el mercurio inorgánico y el mercurio orgánico se pueden utilizar dos agentes de reducción diferentes utilizando los métodos convencionales de CV-AAS.

Para diferenciar las diferentes especies de mercurio se ha utilizado la cromatografía de gases con detección por ICP-MS y con dilución isotópica y más recientemente la cromatografía de líquidos (HPLC) como técnica de separación y la generación de vapor frío (CV) como sistema de introducción de la muestra en el ICP-MS. Es decir, se establece un sistema, HPLC-CV-ICP-MS para el análisis de mercurio inorgánico, el etilmercurio y el metilmercurio^{7,88,89}.

32. ¿En qué laboratorios se pueden realizar análisis de muestras humanas?

El análisis de mercurio en sangre o pelo no se realiza de manera rutinaria en todos los laboratorios de análisis clínicos. Independientemente del método que se utilice para medir mercurio es imprescindible prestar mucha atención tanto al procedimiento de obtención del espécimen, como al control de las variables preanalíticas ya que, en caso contrario, el resultado obtenido puede no ser válido.

Es imprescindible que el laboratorio utilice, en su trabajo diario, controles de calidad internos con matriz similar a la de los especímenes (sangre, pelo) y además es vital su participación en Programas de Garantía Externa de la Calidad (EQAS), con el fin de asegurar la exactitud, precisión y reproducibilidad de sus resultados^{7,79,85}.

La Sociedad Española de Bioquímica Clínica y Patología Molecular (SEQC) participa en la organización del Programa de Garantía Externa de la Calidad *Occupational and Environmental Laboratory Medicine* (OELM) en la que participan Australia, Francia, Italia, España, Bélgica y los Países Bajos. (<http://www.trace-elements.eu>).

33. ¿Cómo interpretar los resultados del laboratorio?

No se ha establecido un nivel seguro de mercurio. El espécimen de elección para evaluar el MeHg es la sangre que no solo refleja la exposición reciente, sino también la acumulación crónica, aunque también es posible detectar en la sangre la exposición aguda al vapor de mercurio y al mercurio inorgánico (iHg). La concentración de mercurio en sangre tiende a aumentar con la edad con un pico en la 5ª o 6ª década⁹⁰⁻⁹².

El análisis en pelo, aunque adecuado para medir MeHg, tiene limitaciones por lo que no se debe emplear como única prueba para realizar diagnósticos y menos aún instaurar tratamientos innecesarios y potencialmente peligrosos⁹³⁻⁹⁵. Cuando se quiere evaluar un paciente con sospecha de intoxicación por mercurio es conveniente recoger sangre y orina. Aunque el MeHg no se encuentra en orina, ésta puede proporcionar información adicional sobre la exposición añadida de otras especies de mercurio.

La EPA recomienda que el MeHg en sangre de mujeres embarazadas o que planean estarlo sea inferior a 5,8 µg/L, que correspondería a 6,4 µg/L de mercurio total. El MeHg atraviesa la placenta y los niveles en sangre de cordón umbilical son unas 1,7 veces los de la sangre materna. Por ello, algunos autores consideran que para mantener el MeHg en sangre fetal por debajo del nivel de referencia de la EPA de 5,8 µg/L, la concentración de MeHg en sangre materna no debería superar 3,5 µg/L⁹¹.

Si se tienen en cuenta las recomendaciones de la EFSA (ingesta semanal tolerable de 1,3 µg MeHg/kg peso en lugar de los 0,7 de la EPA)²⁰, la recomendación en sangre sería 10,8 µg/L de MeHg o 12 µg/L de mercurio total ya que se asume que el MeHg constituye el 90% del mercurio total en sangre exceptuando las situaciones de intoxicación aguda por otra especie de mercurio¹¹. Por otra parte, el Centers for Disease Control and Prevention (CDC) define como exposición elevada a Hg una concentración en sangre por encima de 10 µg/L⁹⁶.

A la hora de interpretar la exposición al MeHg, algunos autores consideran que la simple medida de su concentración no es suficiente para proporcionar información veraz y precisa referente a los riesgos potenciales del MeHg, a menos que se incluya también el selenio (Se) en la evaluación³³. En este sentido una concentración de mercurio elevada podría causar más toxicidad si el sujeto tiene una concentración de Se sérico inferior a 60 µg/L, mientras que si tiene un selenio superior a 99 µg/L, teniendo en cuenta que el exceso de Se también produce efectos adversos, la toxicidad por el mercurio podría disminuir⁹⁷.

34. ¿Se deben utilizar quelantes?

La primera medida a adoptar debe ser siempre la retirada de la fuente de exposición que, además, mejorará o incluso revertirá los síntomas del paciente. El uso de quelación para fines diagnósticos (test de movilización) o en pacientes asintomáticos es innecesario y presenta riesgos para el paciente⁹⁸⁻¹⁰⁰.

Los agentes quelantes tienen efectos adversos, entre otros, aumentan la eliminación de elementos esenciales como el Cu y Zn y su eficacia es incierta^{101,102}. Además, no son eficaces en la eliminación del mercurio orgánico como el MeHg o el etilmercurio e incluso su uso como el dimercaprol puede estar contraindicado ya que redistribuye el mercurio en el cerebro desde otros tejidos¹⁰³.

35. ¿Cuál es el coste económico de implantar medidas de salud pública?

La afectación del MeHg en el cociente intelectual (CI) de los niños puede producir importantes efectos que tendrán consecuencias económicas a largo plazo, en términos de su capacidad de producción futura por lo que la estimación de su valor monetario puede ser muy relevante para orientar las prioridades en materia de salud pública. En el proyecto DEMOCOPHES han analizado que el beneficio que se obtendría para cada cohorte de niños recién nacidos sería de 39.061 millones de euros, de los cuales 15.564 corresponderían a España¹⁰⁴.

Parece evidente que, aunque con incertidumbres relativas a la relación dosis-respuesta que presenta el MeHg, es preciso proponer medidas de salud pública encaminadas a la disminución de la exposición al mercurio y que también se plantee desde el principio la necesidad de evaluar los beneficios de las mismas tanto desde el punto de vista económico como social¹⁰⁵⁻¹⁰⁷.

36. ¿Qué recomienda el grupo GEPREM-Hg ante una concentración de Hg en sangre?

En la evaluación de la exposición al MeHg de manera individual se recomienda solicitar análisis de mercurio solo bajo criterio médico. Aunque las recomendaciones de organismos internacionales se refieren a MeHg, al constituir aproximadamente el 90% del Hg total de la sangre, nos referiremos en las recomendaciones a las concentraciones en sangre de mercurio total.

37. Consejo dietético del grupo GEPREM-Hg en relación con el MeHg

La mayoría de pescados y mariscos tienen algo de mercurio y algunos contienen mucho mercurio. Como norma general aumenta la concentración de MeHg al aumentar la edad de los peces. Dado que la talla aumenta con la edad, en una misma especie, existirán más probabilidades de encontrar los valores más elevados en los ejemplares de mayor talla. También existen regiones marinas más contaminadas que otras, aunque en el caso de especies altamente migratorias como tiburones, pez espada o atún no se puede atribuir el contenido de MeHg a una región marina determinada. Además, hay que prestar atención al nombre científico, ya que a veces el nombre comercial (merluza, fletán, gallo...) abarca un gran número de diferentes especies en las que por sus diferentes características biológicas, hábitos alimenticios y zonas de captura,

Tabla I
Recomendaciones de GEPREM-Hg ante una concentración de Hg en sangre

<i>Tipo de población</i>	<i>Concentración Hg total en sangre</i>	<i>Recomendación</i>
Niños/as hasta 14 años		
Mujeres embarazadas, en periodo de lactancia o con planificación de gestación	>6,4* µg/L	Consejo dietético
Niños/as hasta 18 años	>20 µg/L	Evaluación médica y consejo dietético
	20-40 µg/L	Consejo dietético
Adultos	>40 µg/L	Evaluación médica y consejo dietético
Adultos con riesgo cardiovascular o renal [†]	>12 µg/L	Consejo dietético

*La recomendación de la EPA de MeHg es 5,8 µg/L que correspondería a 6,4 µg/L de Hg total.

[†]Pacientes con riesgo cardiovascular añadido alto y muy alto, según las guías europeas de hipertensión arterial (HTA)¹⁰⁸.

los niveles de Hg suelen ser totalmente diferentes. El listado de denominaciones comerciales en las distintas Comunidades Autónomas de especies pesqueras y de acuicultura admitidas en España junto a sus nombres científicos se puede encontrar en el B.O.E. publicado el 10 de abril de 2014¹⁰⁹.

Las recomendaciones de consumo de pescados y mariscos (peces, cefalópodos, crustáceos y moluscos bivalvos) que se exponen a continuación se refieren solo al MeHg. No se tienen en cuenta en este documento otros contaminantes del pescado ni las diferencias que existen entre los pescados y mariscos en el contenido de nutrientes beneficiosos como los ácidos grasos poliinsaturados, el selenio o la vitamina D.

- Es muy complicado, debido a estas variables, clasificar los pescados según su contenido en mercurio y, además, la información disponible en España es muy limitada e insuficiente.
- Existe un porcentaje variable de pescados que pueden superar el máximo contenido de mercurio permitido por la legislación. Uno de los porcentajes más elevados se ha descrito en el estudio del Instituto Español de Oceanografía (IEO) realizado en la demarcación marina Levantino-Balear. El aumento de Hg se relacionó con la talla o la edad y algunos pescados llegaron a superar el máximo contenido en mercurio en porcentajes variables como por ejemplo: merluza (22,7%), pez espada (14,3 %), bacaladilla (14,3%), rape (10 %), gamba roja (13%), breca (8,7%), brótola

(8%), gallo (5,3%), besugo (4,8%) y salmonete de fango (0,4%). Sin embargo, el estudio realizado en otra demarcación marina como la Canaria mostró un contenido de Hg en breca, salmonete de roca y sardina considerablemente inferior^{16,17}.

- La merluza/pescadilla es uno de los pescados más consumidos en España y puede alcanzar un gran tamaño, por lo que se recomienda que la población más vulnerable consuma aquellas especies con peso inferior a 2 kg.
- El atún claro enlatado en España es también uno de los más consumidos y presenta un rango muy amplio de concentraciones de Hg, por las diferentes especies, tamaño y origen. Se recomienda que se proporcione mayor información en el etiquetado de las latas y consumir preferentemente en la población vulnerable la caballa enlatada, que contiene mucho menos Hg.
- El fletán (*Hippoglossus hippoglossus*) que está excepcionado (contenido máximo permitido 1 mg/kg peso fresco) es una especie que tiene una vida muy larga que puede llegar a medir más de 1 m y pesar cerca de 200 kg por lo que no es recomendable su consumo en la población vulnerable. Sin embargo, el fletán negro (*Reinhardtius hippoglossoides*) es más pequeño y tiene un contenido en Hg muy inferior¹⁵⁻¹⁷.
- Algunas especies resultan especialmente difíciles de clasificar por su contenido en mercurio (bajo, moderado o elevado), ya que los análisis publicados muestran una gran variabilidad, incluso siendo de la misma demarcación marina. Sin embargo, otras especies como la sardina o la caballa no suelen presentar tantas diferencias. En ocasiones, estas diferencias se deben a que son diferentes especies bajo un mismo nombre comercial común (gallo, rape). Por ejemplo, en el estudio del IEO hallaron^{16,17}:

- Gallo (*Lepidorhombus boscii*): entre 0,018-0,788 mg/kg peso fresco.
- Gallo del Norte (*Lepidorhombus whiffiagonis*). La concentración es más baja: 0,033-0,468 mg/kg peso fresco.
- Rape blanco (*Lophius piscatorius*): entre 0,026-0,616 mg/kg peso fresco.
- Rape negro (*Lophius budegassa*). La concentración es más baja: entre 0,103-0,331 mg/kg peso fresco.
- Besugo (*Pagellus bogaraveo*): entre 0,050-0,438 mg/kg peso fresco.
- Salmonete de roca (*Mullus surmuletus*): entre 0,183-1,34 mg/kg peso fresco. En este caso además se encontró que un 7% superaba el límite legal.
- Atún claro enlatado: entre 0,139-0,601 mg/kg peso fresco.
- Sardina (*Sardina pilchardus*): entre 0,017-0,048 mg/kg peso fresco.
- Caballa (*Scomber scombrus*): entre 0,012-0,098 mg/kg peso fresco.
- La cantidad de mercurio que se ingiere al consumir pescado depende principalmente de 3 factores:
 1. La especie de pescado, tamaño y zona geográfica de captura.
 2. La frecuencia de consumo de pescado.
 3. El tamaño de la ración. Se considera que una ración debería ser aproximadamente 125 g en adultos y 70 g en niños.
- En el año 2012, la EFSA (European Food Safety Authority) rebajó la ingesta semanal tolerable provisional a 1,3 µg de MeHg por kilo de peso corporal²⁰. Según estas recomendaciones, en la siguiente tabla se ha calculado cuanto mercurio (mg/kg) debe tener como máximo el pescado que se consume según el peso del individuo y el número de raciones (125 g/ración) consumidas a la semana. En niños se tendrá en cuenta que el peso es inferior y los gramos por ración también.

Tabla II

Estimación del contenido máximo de Hg en mg por kg de peso fresco de pescado que no se debe superar según el nº de raciones (125 g) consumidas a la semana y el peso del individuo considerando las recomendaciones de la EFSA

		Número de raciones por semana			
		2	4	6	7
Peso del individuo	40 kg	0,208	0,104	0,069	0,059
	50 kg	0,260	0,130	0,087	0,074
	60 kg	0,312	0,156	0,104	0,089
	70 kg	0,364	0,182	0,121	0,104
	80 kg	0,416	0,208	0,139	0,119
	90 kg	0,468	0,234	0,156	0,134
	100 kg	0,520	0,260	0,173	0,149

Tabla III

Estimación del contenido máximo de Hg en mg por kg de peso fresco de pescado que no se debe superar según el nº de raciones (125 g) consumidas a la semana y el peso del individuo considerando las recomendaciones de la EPA

		Número de raciones por semana			
		2	4	6	7
Peso del individuo	40 kg	0,112	0,056	0,037	0,032
	50 kg	0,140	0,070	0,047	0,040
	60 kg	0,168	0,084	0,056	0,048
	70 kg	0,196	0,098	0,065	0,056
	80 kg	0,224	0,112	0,075	0,064
	90 kg	0,252	0,126	0,084	0,072
	100 kg	0,280	0,140	0,093	0,080

- La Unión Europea estableció el contenido máximo de mercurio permitido en 0,5 mg/kg de peso fresco para los productos de la pesca, excepto para los listados en el punto 3.3.2 (excepcionados) del Reglamento N°629/2008¹⁵ que es de 1 mg/kg, pero según estas estimaciones el contenido máximo de Hg debería ser inferior.
- Si consideramos las recomendaciones de la EPA (0,7 microgramos MeHg/kg peso/semana) disminuye casi a la mitad la cantidad máxima permitida de mercurio¹⁸:

Las recomendaciones del grupo GEPREM-Hg se basan en las recomendaciones europeas de la EFSA. Sin embargo, en población vulnerable como los niños y mujeres embarazadas o en periodo de lactancia se considera más prudente seguir las recomendaciones más restrictivas de la EPA. Siguiendo estas recomendaciones, en un niño de 25 kg de peso que consuma 2 raciones (70 g/ración) a la semana, la concentración media de mercurio en el pescado ingerido no debería superar los 0,125 mg/kg y si son 4 raciones los 0,063 mg/kg de mercurio.

Teniendo en cuenta estas estimaciones y los distintos estudios publicados en España^{25-29,77,110} y muy especialmente el amplio estudio realizado por el Instituto Español de Oceanografía^{16,17}, el consumo máximo de raciones (125 g en adultos y 70 g en niños) de pescados y mariscos que recomienda el grupo GEPREM-Hg es el siguiente:

Consumo frecuente (varias raciones a la semana)

Concentración aproximada de mercurio:

<0,10 - 0,15 mg/kg peso fresco

- Anchoa (*Engraulis encrasicolus*)
- Atún listado (*Katsuwonus pelamis*)
- Bacaladilla (*Micromesistius potassou*)
- Bacalao (*Gadus ogac*)
- Boquerón (*Engraulis encrasicolus*)
- Caballa (*Scomber scombrus*)

- Dorada (*Asparus aurata*) (Procedencia: piscifactoría)
- Fletán negro (*Reinhardtius hippoglossoides*)
- Gallo (*Lepidorhombus species*)
- Jurel (*Trachurus trachurus*)
- Lenguado (*Solea solea*)
- Lubina (*Dicentrarchus labrax*) (Procedencia: piscifactoría)
- Merluza (*Merluccius merluccius*)
- Merluza argentina (*Merluccius hubbsi*)
- Merluza austral (*Merluccius australis*)
- Merluza del Cabo (*Merluccius capensis*)
- Merluza de cola (*Macruronus magellanicus*)
- Merluza mora (*Mora mora*)
- Palometa negra o japuta (*Brama brama*)
- Rape negro (*Lophius budegassa*)
- Rosada del Cabo (*Genypterus capensis*)
- Salmón (*Salmo salar*)
- Sardina (*Sardina pilchardus*)
- Trucha (*Salmo trutta*)
- Calamar (*Loligo vulgaris*)
- Choco (*Sepia orbyniania*)
- Pota (*Illex coindetii*)
- Pota volador (*Todaropsis eblenae*)
- Pulpo (*Octopus vulgaris*)
- Sepia (*Sepia officinalis*)
- Almeja babosa (*Venerupis pullastra*)
- Almeja fina (*Ruditapes decussatus*)
- Berberecho (*Cerastoderma edule*)
- Camarón (*Pandalus borealis*)
- Centolla (*Maja species*)
- Gamba blanca (*Parapenaeus longirostris*)
- Langostino (*Penaeus species*)
- Mejillón de batea (*Mytilus galloprovincialis*)
- Navaja (*Ensis arcuatus*)
- Ostra (*Ostrea edulis*)

Consumo moderado (máximo 2 veces/semana)

Concentración media aproximada de mercurio en pescados: 0,20 -0,30 mg/kg

- Atún blanco o bonito del Norte (*Thunnus alalunga*)

- Atún claro en lata
- Atún rabil (*Thunnus albacares*)
- Maruca azul (*Molva dipterygia*)

Consumo escaso (máximo 1 vez/semana)

Concentración media aproximada de mercurio en pescados: 0,35 -0,50 mg/kg

- Atún patudo (*Thunnus obesus*) (Procedencia: Índico)
- Besugo (*Pagellus bogaraveo*)
- Merluza (*Merluccius merluccius*) (Procedencia: Mediterráneo)
- Rape (*Lophius species*) (Procedencia: Mediterráneo)
- Salmonete de roca (*Mullus surmuletus*)
- Cigala (*Nephrops norvegicus*)
- Gamba roja (*Aristeus antennatus*)

Consumo esporádico en adultos (máximo 1-2 veces al mes).

Evitar en mujeres embarazadas, en periodo de lactancia y en niños hasta los 14 años

Concentración media aproximada de mercurio en pescados: 0,60-1 mg/kg

- Atún patudo (*Thunnus obesus*) (Procedencia: Atlántico)
- Atún rojo (*Thunnus thynnus*)
- Cazón (*Galeorhinus galeus*)
- Fletán (*Hippoglossus hippoglossus*)

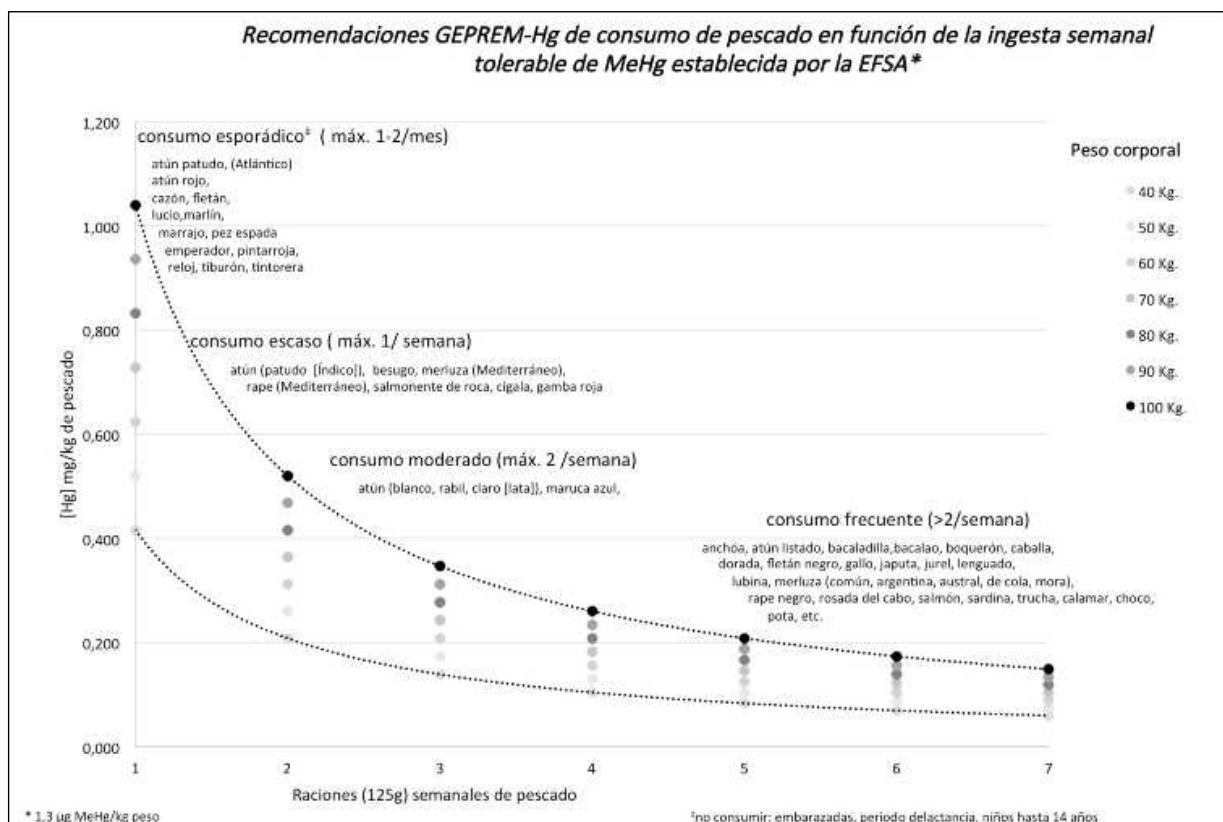
- Lucio (*Esox lucius*)
- Marlín (*Makaira species*)
- Marrajo (*Isurus oxyrinchus*)
- Pez espada o emperador (*Xiphias gladius*)
- Pintarroja (*Scyliorhinus canicula*)
- Reloj (*Hoplostethus mediterraneus*)
- Tiburón (*Carcharhinus species*)
- Tintoreta (*Prionace glauca*)

38. Consideraciones finales

Es importante señalar que la misma especie puede presentar grandes diferencias en la concentración de mercurio según el tamaño y la zona geográfica de captura de los pescados. Es imprescindible conocer los resultados de los análisis que se realizan en los pescados y mariscos que se comercializan en España, de manera que estas recomendaciones se actualizarán según la información disponible.

En resumen, en relación con la exposición al MeHg por el consumo de pescados y mariscos, el grupo GEPREM-Hg recomienda:

- Consumir pescado, al menos 2 raciones a la semana.
- Elegir pescados con bajo contenido en mercurio.
- Consumir especies variadas.
- Consumir ejemplares más pequeños de la misma especie, dentro de los límites legales.
- Consumir raciones pequeñas.



- Limitar el consumo de pescados con elevado contenido en mercurio.
- En las mujeres embarazadas, en periodo de lactancia y niños hasta 14 años consumir preferentemente los pescados y mariscos cuya concentración de mercurio sea inferior a 0,15 mg/kg.

Por último, consideramos imprescindible conocer los resultados de los análisis de contaminantes que se realizan en los pescados y mariscos que se comercializan en España. Los operadores de la cadena alimentaria son los primeros que tienen que hacer autocontroles para verificar que los productos que comercializan cumplen lo establecido en la legislación sanitaria. Por su parte, la autoridad competente, también a tenor de lo dispuesto en la vigente normativa, es responsable de supervisar que los operadores de la cadena alimentaria cumplen dicha legislación. Para ello, en el marco del control oficial, además de inspecciones y auditorías, una de las estrategias en las que se basa el mismo, es la toma de muestras y análisis para la determinación de los niveles de contaminantes presentes en los productos alimenticios, entre ellos, el MeHg siguiendo los requisitos recogidos en el Anexo del Reglamento 333/2007¹¹¹.

La información que las autoridades competentes ponen a disposición del público en general, en relación con los resultados de los controles oficiales que llevan a cabo, está recogida en los informes anuales elaborados en cumplimiento de lo establecido en el Reglamento 882/2004¹¹². La información, sin embargo, es agregada y no permite conocer los niveles de MeHg que presentan ni las capturas comercializadas en los puertos españoles, ni la que presenta el pescado congelado y enlatado comercializado en España. Otros países, EE. UU. entre ellos, sí que ponen a disposición del público los niveles de MeHg que presentan las capturas, reseñando la especie, la zona de captura, etc., lo que permite al consumidor poder elegir de una forma mucho más informada.

Desde un punto de vista de la salud pública resultan acertadas todas las iniciativas encaminadas a reducir o prohibir el uso del mercurio. Por otro lado, y pensando en los grupos más vulnerables, tanto la población general como el sistema sanitario asistencial, deberían poder conocer, a través de las páginas electrónicas de organismos oficiales, las concentraciones de mercurio que presentan los pescados comercializados en España, segregada esta información por tipo de pescado, por zona FAO de captura, por presentación (fresco o congelado) y del comercializado en forma enlatada. Conocer esas concentraciones les permitiría adecuar el consejo dietético y regular las concentraciones de mercurio en sangre.

Asimismo, sería recomendable que se estableciesen sistemas de biomonitorización para conocer la evolución de la exposición al MeHg en niños y adultos. Por otro lado, es necesario realizar también estudios diseñados para conocer los posibles efectos sobre la

salud de las concentraciones halladas de MeHg en la población española, teniendo en cuenta el estilo de vida, los patrones de consumo alimentarios y la dieta mediterránea.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a la Dra. Victoria Besada Montenegro, investigadora en el Centro Oceanográfico de Vigo del Instituto Español de Oceanografía, por la información facilitada, sus observaciones y su amable colaboración.

También muestran su agradecimiento a la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (ICCAT) y especialmente a su Secretario Ejecutivo, Sr Driss Meski, a la Dra. Avellaneda Díaz Díaz por su ayuda en la revisión bibliográfica y al Dr. Nicolás Olea Serrano de la Universidad de Granada por sus observaciones.

Por otra parte, los autores agradecen al Prof. Patrick Parsons (Chief, Laboratory of Inorganic and Nuclear Chemistry, Deputy Director Division of Environmental Health Sciences. Wadsworth Center, New York State Department of Health, Albany, NY, USA) por los comentarios recibidos sobre el análisis de mercurio en pelo y orina y a la Dra. Jennifer A. Lowry (Chief, Section of Clinical Toxicology. Children's Mercy Hospitals and Clinics. Kansas City, Missouri, USA) sus aportaciones sobre el uso de los agentes quelantes.

Asimismo, agradecen los comentarios recibidos de:

Sociedad Española de Sanidad Ambiental (SESA): Ángel Gómez Amorín, Isabel Marín Rodríguez, Emiliano Aránguez Ruiz y M^a Luisa Pita Toledo.

Sociedad Española de Bioquímica Clínica y Patología Molecular (Comisión de elementos traza): M^a del Carmen Mar Medina, M^a Luisa Calvo Ruata, José Ángel Cocho de Juan, Jesús Escanero Marcén, M^a Dolores Fernández González, Ángel García de Jalón, M^a Jesús Gaspar Blázquez, Joaquín González Revaldería, Elisa Herrero Huerta, Silvia Izquierdo Álvarez, José Luis López Colón, Irene Palazón Bru, Concepción Pintos Virgós, Victoria Seijas Martínez-Echevarría y Eloísa Urrechaga Igartua.

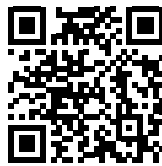
Referencias

1. World Health Organization (WHO). Exposure to Mercury: A Major Public Health Concern. 2007. (Consultado el 24/02/2014). Disponible en: <http://www.who.int/phe/news/Mercury-flyer.pdf>
2. Clarkson TW, Vyas JB, Ballatori N. Mechanisms of Mercury Disposition in the Body. *Am J Ind Med* 2007;50:757-64.
3. González-Estecha M, Bodas-Pinedo A, Guillén-Pérez JJ, Rubio-Herrera MA, Ordóñez-Iriarte JM, Trasobares-Iglesias EM et al. Exposición al metilmercurio en la población general; toxicocinética; diferencias según el sexo, factores nutricionales y genéticos. *Nutr Hosp* 2014;30:969-88.
4. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological Profile for Mercury. US Department of Health

- and Human Services, Public Health Service, ATSDR, Atlanta, GA 1999. (Consultado el 24/02/2014). Disponible en <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp46.html>.
5. Mozaffarian D, Rimm EB. Fish intake, contaminants, and human health: evaluating the risks and the benefits. *JAMA* 2006;296:1885-99.
 6. González-Estecha M, Bodas-Pinedo A, Rubio-Herrera MA, Martell-Claros N, Trasobares-Iglesias EM, Ordóñez-Iriarte JM et al. Efectos sobre la salud del metilmercurio en niños y adultos; estudios nacionales e internacionales. *Nutr Hosp* 2014;30:989-1007.
 7. González-Estecha M, Bodas-Pinedo A, Martínez-García MJ, Trasobares-Iglesias EM, Bermejo-Barrera P, Ordóñez-Iriarte JM et al. Metilmercurio: recomendaciones existentes. Métodos de análisis e interpretación de resultados. Evaluación económica. *Nutr Hosp*. 2015;31:1-15.
 8. United Nations Environment Programme (UNEP). Global Mercury Assessment. UNEP Chemicals Mercury Programme 2002. (Consultado el 24/02/2014). Disponible en <http://www.chem.unep.ch/mercury/Report/GMAreport-TOC.htm>.
 9. European Commission, Directorate-General Environment. Options for reducing mercury use in products and applications and the fate of mercury already circulating in society. Final Report 2008. (Consultado el 24/02/2014). Disponible en http://ec.europa.eu/environment/chemicals/mercury/pdf/study_report2008.pdf
 10. EFSA NDA (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies), 2014. Scientific Opinion on health benefits of seafood (fish and shellfish) consumption in relation to health risks associated with exposure to methylmercury. *EFSA Journal*. 2014;12(7):3761,80 pp. doi:10.2903/j.efsa.2014.3761
 11. Clarkson TW, Magos L. The toxicology of mercury and its chemical compounds. *Crit Rev Toxicol* 2006;36:609-62.
 12. Mergler D, Anderson HA, Chan LH, Mahaffey KR, Murray M, Sakamoto M, et al. Methylmercury exposure and health effects in humans: a worldwide concern. *Ambio* 2007;36:3-11.
 13. Li P, Feng X, Yuan X, Chan HM, Qiu G, Sun GX et al. Rice consumption contributes to low level methylmercury exposure in southern China. *Environ Int* 2012;49:18-23.
 14. Li P, Feng X, Q G. Methylmercury exposure and health effects from rice and fish consumption: a review. *Int J Environ Res Public Health* 2010;7:2666-91.
 15. European Commission. Commission Regulation N°629/2008 of 2 July 2008 amending Regulation N° 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Official Journal L* 2008;173:6-9.
 16. Instituto Español de Oceanografía. Estudio de arsénico y metales pesados en pescados y mariscos de interés comercial. 2003.
 17. Instituto Español de Oceanografía. Evaluación inicial correspondiente a la Directiva de la Estrategia Marina Española. Descriptor 9: contaminantes en productos de la pesca. 2012.
 18. EPA, United States Environmental Protection Agency. Laws and Regulations. (Consultado el 24/02/2014). Disponible en: <http://www.epa.gov/mercury/regs.htm>.
 19. European Commission, Directorate-General health and Consumer Protection. Assessment of the dietary exposure to arsenic, cadmium, lead and mercury of the population of the EU Member States. Reports on task for scientific cooperation SCOOP 3 2 11 2004.
 20. European Food Safety Authority. Mercury in Food— EFSA Updates Advice on Risks for Public Health. (Consultado el 24/02/2014). Disponible en: <http://www.efsa.europa.eu/en/press/news/121220.htm>.
 21. Burger J, Gochfeld M. Mercury in Canned Tuna: White versus Light and Temporal Variation. *Environ Res* 2004;96:239-49.
 22. NOAA-FishWatch. Top 10 U.S. Consumed Seafoods. (Consultado el 24/02/2014). Disponible en: <http://www.aboutseafood.com/about/about-seafood/top-10-consumed-seafoods>.
 23. US Food and Drug Administration. Mercury Levels in Commercial Fish and Shellfish (1990-2010). (Consultado el 24/02/2014). Disponible en: <http://www.fda.gov/Food/FoodborneIllnessContaminants/Metals/ucm115644.htm>.
 24. Real Decreto 1385/2009, de 28 de Agosto, por el que se Modifica el Real Decreto 1521/1984, de 1 de Agosto, por el que se aprueba la reglamentación técnico-sanitaria de los establecimientos y productos de la pesca y acuicultura con destino al consumo humano. BOE N° 221 2009 Sept 12;7678-9.
 25. González-Estecha M, Martínez-García MJ, Fuentes-Ferrer M, Bodas-Pinedo A, Calle-Pascual A, Ordóñez-Iriarte JM et al. Mercury in canned tuna in Spain. Is light tuna really light?. *FNS*. 2013;4:48-54.
 26. Contaminantes químicos en pescado y marisco consumido en Cataluña. 2008. (Consultado el 24/02/2014). Disponible en: <http://www.gencat.cat/salut/acsa/html/es/dir1599/doc16977.html>.
 27. Metales pesados y arsénico. (Consultado el 24/02/2014). Disponible en: http://www.osakidetza.euskadi.net/r85-20339/es/contenidos/informacion/sanidad_alimentaria/es_1247/adjuntos/vigila9508.pdf
 28. Sanzo JM, Dorronsoro M, Amiano P, Amurrio A, Aguinagalde FX, Azpiri MA. Estimation and validation of mercury intake associated with fish consumption in an EPIC cohort of Spain. *Public Health Nutr* 2001;4:981-8.
 29. Falco G, Lobet JM, Bocio A, Domingo JL. Daily intake of arsenic, cadmium, mercury and lead by consumption of edible marine species. *Agric Food Chem* 2006;54:6106-12.
 30. Auger N, Kofman O, Kosatsky T, Armstrong B. Low-level methylmercury exposure as a risk factor for neurologic abnormalities in adults. *Neurotoxicology* 2005;26:149-57.
 31. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Addendum to the Toxicological Profile for Mercury. Atlanta, GA 2013. (Consultado el 24/02/2014). Disponible en: http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/mercury_organic_addendum.pdf.
 32. Rayman MP. Selenium and human health. *Lancet* 2012;379:1256-68.
 33. Ralston MVC, Ralston CR, Blackwell KL III, Raymond LJ. Dietary and tissue selenium in relation to methylmercury toxicity. *Neurotoxicology* 2008;29:802-11.
 34. Raymond LJ, Seale LA, Ralston NVC. Seafood selenium in relation to assessments of methylmercury exposure risks. In: Selenium: Its molecular biology and role in human health. DL Hatfield et al., editors; 2012. p. 399-408.
 35. Passos CJ, Mergler D, Gaspar E, Morais S, Lucotte M, Larribe F et al. Eating tropical fruit reduces mercury exposure from fish consumption in the Brazilian Amazon. *Environ Res* 2003;93:123-30.
 36. Chapman L, Chan HM. The influence of nutrition on methylmercury intoxication. *Environ Health Persp* 2000;108:29-56.
 37. Shim SM, Ferruzzi MG, Kim YC, Janle EM, Sangerre CR. Impact of phytochemical-rich foods on bioaccessibility of mercury from fish. *Food Chem* 2009;112:46-50.
 38. Basu N, Goodrich JM, Head J. Ecogenetics of mercury: From genetic polymorphisms and epigenetics to risk assessment and decision-making. *Environ Toxicol Chem*. 2013. doi: 10.1002/etc.2375.
 39. Barcelos GRM, Grotto D, de Marco KC, Valentini J, Lengert AVH, Oliveira AÁSD, et al. (2013). Polymorphisms in glutathione-related genes modify mercury concentrations and antioxidant status in subjects environmentally exposed to methylmercury. *Sci Total Environ* 2013;463:319-25.
 40. Counter SA, Buchanan LH. Mercury exposure in children: a review. *Toxicol Appl Pharmacol* 2004;198:209-30.
 41. Castoldi AF, Johansson C, Onishchenko N, Coccini T, Roda E, Vahter M, et al. Human developmental neurotoxicity of methylmercury: impact of variables and risk modifiers. *Regul Toxicol Pharmacol* 2008;51:201-14.
 42. Freire C, Ramos R, Lopez-Espinosa MJ, Diez S, Vioque J, Ballester F et al. Hair mercury levels, fish consumption, and cognitive development in preschool children from Granada, Spain. *Environ Res*. 2010;110:96-104.
 43. Oken E, Wright RD, Kleinman KP, Bellinger D, Amarasiwardena CJ, Hu H et al. Maternal fish consumption, hair mercury, and infant cognition in a U.S. cohort. *Environ Health Persp*. 2005;113:1376-80.

44. Weil M, Bressler J, Parsons P, Bolla K, Glass T, Schwartz B. Blood mercury levels and neurobehavioral function. *JAMA*. 2005;293:1875-82.
45. Lederman SA, Jones RL, Caldwell KL, Rauh V, Sheets SE, Tang D et al. Relation between cord blood mercury levels and early child development in a World Trade Center cohort. *Environ Health Persp*. 2008;116:1085-91.
46. Oken E, Radesky JS, Wright RO, Bellinger DC, Amarasiriwardena CJ, Kleinman KP et al. Maternal fish intake during pregnancy, blood mercury levels, and child cognition at age 3 years in a US cohort. *Am J Epidemiol*. 2008;167:1171-81.
47. Surkan PJ, Wypij D, Trachtenberg F, Daniel DB, Barregard L, McKinlay S et al. Neuropsychological function in school-age children with low mercury exposures. *Environ Res*. 2009;109:728-33.
48. Lee BE, Hong YC, Park H, Ha M, Koo BS, Chang N et al. Interaction between GSTM1/GSTT1 polymorphism and blood mercury on birth weight. *Environ Health Persp*. 2010;118:437-43.
49. Ramon R, Ballester F, Aguinagalde X, Amurrio A, Vioque J, Lacasaña M et al. Fish consumption during pregnancy, prenatal mercury exposure, and anthropometric measures at birth in a prospective mother-infant cohort study in Spain. *Am J Clin Nutr*. 2009;90:1047-55.
50. Xue F, Holzman C, Rahbar MH, Trosko K, Fischer L. Maternal fish consumption, mercury levels, and risk of preterm delivery. *Environ Health Persp*. 2007;115:42-7.
51. Valera B, Muckle G, Poirier P, Jacobson SW, Jacobson JL, Dewailly E. Cardiac autonomic activity and blood pressure among Inuit children exposed to mercury. *Neurotoxicology*. 2012;33:1067-74.
52. Thurston SW, Bovet P, Myers GJ, Davidson PW, Georger LA, Shamlaye C et al. Does prenatal methylmercury exposure from fish consumption affect blood pressure in childhood?. *Neurotoxicology*. 2007;28:924-30.
53. Gump BB, MacKenzie JA, Dumas AK, Palmer CD, Parsons PJ, Segu ZM et al. Fish consumption, low-level mercury, lipids and inflammatory markers in children. *Environ Res*. 2012;112:204-11.
54. Benes B, Sladka J, Spevackova V, Smid J. Determination of normal concentration levels of Ca, Cr, Cu, Hg, Pb Se and Zn in hair of the child population in the Czech Republic. *Cent Eur J Public Health*. 2003;11:184-6.
55. Seifert B, Becker K, Helm D, Krause C, Schulz C, Seiwert M. The German Environmental Survey 1990/1992 (GerES II): reference concentration of selected environmental pollutants in blood, urine, hair, house dust, drinking water and indoor air. *J Expo Anal Environ Epidemiol*. 2000;10(6 Pt 1):552-65.
56. Pirard C, Koppen G, De Cremer K, Van Overmeire I, Govarts E, Dewolf MC et al. Hair mercury and urinary cadmium levels in Belgian children and their mothers within the framework of the COPHES/DEMOCOPHES projects. *Sci Total Environ*. 2014;472:730-40.
57. Centers for Disease Control and Prevention. National Center for Health Statistics. America's Children and the Environment. [Actualizado el Enero 2013; consultado el 10 de Abril de 2014]. Disponible en: <http://www.cdc.gov/nchs/nhanes.htm>.
58. Kim SA, Jeon CK, Paek DM. Hair mercury concentrations of children and mothers in Korea: Implication for exposure and evaluation. *Sci Total Environ*. 2008;402:36-42.
59. Wong SL, Lye EJD. Lead, mercury and cadmium levels in Canadians. *Health Rep*. 2008;19:31-6.
60. Murata K, Sakamoto M, Nakai K, Weihe P, Dakeishi M, Iwata T, et al. Effects of methylmercury on neurodevelopment in Japanese children in relation to the Madeiran study. *Int Arch Occup Environ Health*. 2004;77:571-9.
61. Marques R, Dórea J, Bastos W, Malm O. Changes in children hair-Hg concentrations during the first 5 years: Maternal, environmental and iatrogenic modifying factors. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2007;49:17-24.
62. Cordier S, Garel M, Mandereau L, Morcel H, Doineau P, Gosme-Seguret S et al. Neurodevelopmental investigations among methylmercury-exposed children in French Guiana. *Environ Res*. 2002;8:1-11.
63. Diez S, Delgado S, Aguilera I, Astray J, Pérez-Gómez B, Torrent M et al. Prenatal and early childhood exposure to mercury and methylmercury in Spain, a high-fish-consumer country. *Arch Environ Contam Toxicol*. 2009;56:615-22.
64. Llorente MT, Vírveda I, Peral R, Sanz MJ, Ruiz MA, López JL. Metilmercurio en el cabello de población infantil. *Sanid. Mil*. 2011;67:299-303.
65. González-Estecha M, Bodas Pinedo A, Blanco Fuentes M, Vieco García A, Gaviña Fernández-Montes B, Ordóñez Iriarte JM. Plomo, cadmio, mercurio y selenio en sangre en una población infantil y su relación con factores de exposición. *Rev Salud Ambient*. 2013;13: 150-1.
66. González-Estecha M, Arnaud J. Cardiovascular effects of trace elements. In: Trace elements: Action on health and its role in the pathologies. Izquierdo S, Escanero JF. Eds. 2012 p. 145-64.
67. Lim S, Chung HU, Paek D. Low dose mercury and heart rate variability among community residents nearby to an industrial complex in Korea. *Neurotoxicology*. 2010;31:10-6.
68. Roman HA, Walsh TI, Coull BA, Dewailly E, Guallar E, Hattis D et al. Evaluation of the cardiovascular effects of methylmercury exposures: current evidence supports development of a dose-response function for regulatory benefits analysis. *Environ Health Persp*. 2011;119:607-14.
69. Passos CJS, Mergler D. Human mercury exposure and adverse health effects in the Amazon: a review. *Cad Saúde Pública*. 2008;2:503-20.
70. Carta P, Flore C, Alinovi AI, Toccol M.G., Arul G, Carta R, et al. Sub-Clinical neurobehavioral abnormalities associated with low level of mercury exposure through fish consumption. *Neurotoxicology*. 2003;24:617-23.
71. Castaño A, Navarro A, Cañas A, Díaz G, García JP, Esteban M, et al. A biomonitoring study of mercury in hair and urine of 267 adults living in Madrid (Spain). *Toxicol Lett*. 2008;180:S79-S80.
72. López-Colón JL. Determinación de mercurio como contaminante laboral. Tesis doctoral. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2003.
73. Trasobares E, González-Estecha M, Martínez MJ, Herbello P, Bermejo P, Guillén JJ. Blood mercury concentrations in 3 cities in Spain. *Biochemia Medica* 2012; 22(3): A195-6.
74. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Dossier de consumo alimentario en España. Julio 2007-Junio 2008. (Consultado 3 Octubre 2012). Disponible en URL: http://www.mapa.es/alimentacion/pags/consumo/año_movil_jul07-jun08/dossier_consumo.pdf
75. Kessler R. The Minamata Convention on Mercury: A First Step toward Protecting Future Generations. *Environ Health Persp*. 2013;121:A304.
76. Mackey TK, Contreras JT, Liang BA. The Minamata Convention on Mercury: Attempting to address the global controversy of dental amalgam use and mercury waste disposal. *Sci Total Environ*. 2014;472:125-29.
77. Recomendaciones de consumo de pescado (pez espada, tiburón, atún rojo y lucio) debido a la presencia de mercurio. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN). (Consultado el 3/5/2014.) Disponible en: http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/web/rincon_consumidor/subseccion/mercurio_pescado.shtml.
78. Parsons PJ, Palmer CD, Caldwell KL, Jones RL. Determination of total mercury in urine by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). En: Plasma Source Mass Spectrometry: Proceedings of the 9th International Conference on Plasma Source Mass Spectrometry. London, England (Holland G, Bandura D, eds). London: Royal Society of Chemistry, 2005, pp.59-71.
79. Taylor A, Jones RL, Leblanc A, Mazarrasa O, Lee MY, Parsons PJ et al. Instability of mercury in specimens of human urine for external quality assessment. *Accred Qual Assur*. 2009;14:461-6.

80. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Division of Health Assessment and Consultation and Division of Health Education and Promotion. Summary report hair analysis panel discussion: exploring the state of the science. Atlanta, Georgia, 2001.
81. Grandjean P, Jorgensen PJ, Weihe P. Validity of mercury exposure biomarkers. In: Biomarkers of environmentally associated disease: technologies, concepts and perspectives. Wilson SH, Suk WA eds. Boca Raton 2002, pp.235-47.
82. Oskarsson A, Schultz A, Skerfving S, Hallen IP, Ohlin B, Lagerkvist BJ. Total and inorganic mercury in breast milk in relation to fish consumption and amalgam in lactating women. *Arch Environ Health*. 1996;234-41.
83. Da Costa SL, Malma O, Dorea JG. Breast-milk mercury concentrations and amalgam surface in mothers from Brasilia, Brazil. *Bio Trace Elem Res* 2005;106:145-51.
84. Dorea JG. Mercury and lead during breast-feeding. *Brit J Nutr* 2004;92:21-40.
85. Parsons PJ, Barbosa F. Atomic spectrometry and trends in clinical laboratory medicine. *Spectrochim Acta Part B*. 2007; 67:992-1003.
86. Karagas MR, Choi AL, Oken E, Horvat M, Schoeny R, Kamai E et al. Evidence on the human health effects of low-level methylmercury exposure. *Environ Health Persp*. 2012;120:799-806.
87. Garg U, González-Estecha M, Jones RL, Lowry J, Manay N, Morse R et al. CLSI. "Measurement Procedures for the Determination of Lead in Blood and Urine; Approved Guideline. Second Edition. CLSI document C40-A2. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute; 2013.
88. Liang L, Lazoff S. Evaluation of the procedure for alkaline digestion solvent estimation for methyl mercury artifact formation. *Talanta*. 1999;48:231-3.
89. de Souza SS, Campiglia AD, Barbosa Jr F. A simple method for methylmercury, inorganic mercury and ethylmercury determination in plasma samples by high performance liquid chromatography-cold-vapor-inductively coupled plasma mass spectrometry. *Anal Chim Acta*. 2013;761:11-7.
90. Brodtkin E, Copes R, Mattman A, Kenendy J, Kling R, Yaszi A. Lead and mercury exposures: interpretation and action. *CMAJ*. 2007;176:59-63.
91. Silbernagel SM, Carpenter DO, Gilbert SG, Gochfeld M, Groth III E, Hightower JM et al. Recognizing and preventing overexposure to methylmercury from fish and seafood consumption: information for physicians. *Journal of Toxicology*. 2011: 1-7. doi:10.1155/2011/983072.
92. Kales SN, Goldman RH. Mercury exposure: current concepts, controversies, and a clinic's experience. *JOEM*. 2002;44:143-54.
93. Nuttall KL. Interpreting hair mercury levels in individual patients. *Ann Clin Lab Sci*. 2006;36:248-61.
94. Frisch M, Schwartz BS. The pitfalls of hair analysis for toxicants in clinical practice: three case reports. *Environ Health Persp*. 2002;110:433-6.
95. Harkins DK, Susten AS. Hair analysis: exploring the state of the science. *Environ Health Persp*. 2003;111:576-8.
96. Centers for Disease Control and Prevention. Case definitions for chemical poisoning. *MMWR* 2004;54(RR-1):12-3.
97. Thomson CD. Assessment of requirements for selenium and adequacy of selenium status: a review. *Eur J Clin Nutr*. 2004; 58:391-402.
98. McKay CA. Introduction to special issue: use and misuse of metal chelation therapy. *J Med Toxicol* 2013;9:298-300.
99. Risher JF, Amler SN. Mercury exposure: evaluation and intervention the inappropriate use of chelating agents in the diagnosis and treatment of putative mercury poisoning. *Neurotoxicology* 2005;26:691-9.
100. American College of Medical Toxicology Position Statement on Post-Chelator Challenge Urinary Metal Testing. *J Med Toxicol* 2010;6:74-5.
101. Kosnett MJ. Chelation for heavy metals (arsenic, lead and mercury): protective or perilous? *Clin Pharmacol Ther*. 2010; 88:412-5.
102. Cao Y, Chen A, Jones RL, Radcliffe J, Dietrich KN, Caldwell KL et al. Efficacy of succimer chelation of mercury at background exposures in toddlers: a randomized trial. *J Pediatr*. 2011;158:480-5.
103. Goldman LR, Shannon MW and the Committee on Environmental Health. Technical report: mercury in the environment: implications for pediatricians. *Pediatrics* 2001;108:197-205.
104. Bellanger M, Pichery C, Aerts D, Berglund M, Castaño A, Cejchanová M et al. Economic benefits of methylmercury exposure control in Europe: monetary value of neurotoxicity prevention. *Environ Health* 2012; 12:3 doi:10.1186/1476-069X-12-3.
105. Salkever DS. Updated estimates of earnings benefits from reduced exposure of children to environmental health. *Environ Res*. 1995;70:1-6.
106. Pichery C, Bellanger M, Zmirou-Navier D, Fréry N, Cordier S, Roue-Legall A et al. Economic evaluation of health consequences of prenatal methylmercury exposure in France. *Environ Health*. 2012; 11:53 doi:10.1186/1476-069X-11-53.
107. Trasande L, Schechter C, Haynes K, Landrigan PJ. Applying Cost Analyses to Drive Policy That Protects Children. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2006, 1076:911-23. doi:10.1196/annals.1371.034.
108. Mancia G, Fagard R, Narkiewicz K, Redon J, Zanchetti A, Böhm M et al. 2013 Practice guidelines for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and the European Society of Cardiology (ESC): ESH/ESC Task Force for the Management of Arterial Hypertension. *J Hypertens*. 2013;31:1925-38.
109. Resolución de 31 de marzo de 2014, de la Secretaría General de Pesca, por la que se establece y se publica el listado de denominaciones comerciales de especies pesqueras y de acuicultura admitidas en España. B.O.E. núm. 87, de 10 de abril de 2014.
110. Olmedo P, Pla A, Hernández AF, Barbier F, Ayouni L, Gil F. Determination of toxic elements (mercury, cadmium, lead, tin and arsenic) in fish and shellfish samples. Risk assessment for the consumers. *Environ Int*. 2013;59:63-72.
111. Reglamento (CE) No 333/2007 de la Comisión, de 28 de marzo de 2007, por el que se establecen los métodos de muestreo y análisis para el control oficial de los niveles de plomo, cadmio, mercurio, estaño inorgánico, 3-MCPD y benzo(a)pireno en los productos alimenticios. D.O.U.E. de 29 de marzo de 2007.
112. Reglamento (CE) No 882/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, sobre los controles oficiales efectuados para garantizar la verificación del cumplimiento de la legislación en materia de piensos y alimentos y la normativa sobre salud animal y bienestar de los animales. DO L 191 de 28.5.2004.



Revisión

¿Son efectivos los suplementos antioxidantes en la disminución del dolor muscular tardío? Una revisión sistemática

Ramón Candia-Luján^{1,2}, José Antonio De Paz Fernández² y Osvaldo Costa Moreira^{2,3}

¹Facultad de Ciencias de la Cultura Física, Universidad Autónoma de Chihuahua, México. ²Instituto de Ciencias Biomédicas (IBIOMED), Universidad de León, España. ³Instituto de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad de Viçosa, Brasil.

Resumen

Introducción: En los últimos años los suplementos antioxidantes han cobrado popularidad para contrarrestar los efectos de los radicales libres y los síntomas del daño muscular, entre los que se encuentra el dolor muscular tardío (DMT). Objetivo: realizar una revisión sistemática en diferentes bases de datos para conocer los efectos de los suplementos antioxidantes sobre el DMT.

Método: Se llevó a cabo una búsqueda en las bases de datos; Cochrane Library, Pubmed, Scopus y SportDiscus y la Web Of Science (WOS). Las palabras y acrónimos usados fueron; Delayed onset muscle soreness, exercise induced muscle damage, DOMS, EIMD, antioxidant y oxidative stress.

Resultados: Se identificaron 54 artículos de los cuales se recuperaron 48, todos ellos en inglés, 17 relacionados con la vitamina C y E, catorce corresponden a suplementos polifenólicos, once a otros suplementos antioxidantes y seis a suplementos comerciales todos ellos usados para combatir, entre otras variables, el DMT.

Conclusiones: Tanto las vitaminas como los suplementos comerciales presentan baja efectividad en la disminución del DMT, mientras que los polifenoles y otros suplementos antioxidantes muestran entre moderada y buena efectividad en el combate al DMT. Sin embargo, gran parte de los estudios presentan efectividad en la disminución de otros síntomas del daño muscular además de ayudar en la recuperación postejercicio.

(Nutr Hosp. 2015;31:32-45)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8171

Palabras clave: Dolor muscular. Antioxidantes. Vitaminas. Polifenoles. Cafeína.

ARE ANTIOXIDANT SUPPLEMENTS EFFECTIVE IN REDUCING DELAYED ONSET MUSCLE SORENESS? A SYSTEMATIC REVIEW

Abstract

Introduction: In recent years, antioxidant supplements have become popular to counter the effects of free radicals and muscle damage symptoms, including delayed onset muscle soreness (DOMS).

Aim: To conduct a systematic review in different databases to determine the effects of antioxidant supplements on DOMS.

Methods: We conducted a search in databases; Cochrane, Pubmed, Scopus and SportDiscus and Web of Science (WOS). The words and acronyms used were; Delayed onset muscle soreness, exercise induced muscle damage, DOMS, EIMD, antioxidant and oxidative stress.

Results: 54 articles were identified of which 48 were retrieved, all in English, 17 related to vitamin C and E, supplements polyphenolic correspond to fourteen, eleven other antioxidant supplements and six to commercial supplements, all of them used to diminish the DOMS and other variables.

Conclusions: Both vitamins and commercial supplements have low effectiveness in reducing DOMS, while polyphenols and other antioxidant supplements show moderate to good effectiveness in combating DOMS. However, most of the studies have effectiveness in reducing other symptoms of muscle damage besides helping in the post-exercise recovery.

(Nutr Hosp. 2015;31:32-45)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8171

Key words: Muscle soreness. Antioxidants. Vitamins. Polyphenols. Caffeine.

Correspondencia: Ramón Candia-Luján.
Facultad de Ciencias de la Cultura Física, Universidad Autónoma de Chihuahua. Campus Universitario 2, Chihuahua, Chih., México.
E-mail: rcandia@uach.mx

Recibido: 2-X-2014.
Aceptado: 5-XI-2014.

Introducción

El dolor muscular tardío (DMT) fue definido por Armstrong y cols.¹ como la sensación de incomodidad o dolor muscular que ocurre después de realizar ejercicios desacostumbrados. Dicho dolor lo pueden sufrir tanto personas que no practican deporte con regularidad como los deportistas². Los atletas lo pueden sufrir sobre todo al inicio de la temporada, cuando el entrenamiento intenso es reintroducido después de un periodo de relativa calma³. Este dolor presenta su máxima intensidad entre las 24 y 48 horas después de haber realizado el ejercicio, durando entre 7 y 10 días⁴, se agrava cuando en la actividad física existe un mayor contenido de acciones excéntricas (EXC), como por ejemplo bajar un peso o descender por una escalera⁵.

A través de los años han surgido diferentes teorías acerca de cómo se produce el DMT, quizás la más popular es la acumulación de ácido láctico⁶, aunque el bajo coste energético de las acciones excéntricas y la cinética del ácido láctico en el organismo la ponen en duda⁷. Por su parte De Vries y cols.⁸ propusieron la teoría del espasmo muscular la cual también ha sido puesta en duda con la utilización de la electromiografía bipolar. La teoría de la ruptura del tejido conectivo⁹ la del daño muscular¹⁰, la extravasación de enzimas¹¹ y la inflamación¹² aún continúan vigentes.

Sin embargo, para Lewis y cols.¹³ solo con la interacción de varias teorías se puede explicar el DMT.

Por su parte Conolly y cols.¹⁴ proponen una serie de eventos asociados con el DMT (Figura 1) donde el ejercicio produce daño a la membrana celular, iniciado una respuesta inflamatoria que lleva a la síntesis de prostaglandina E_2 y leucotrienos. Las Prostaglandinas E_2 causan directamente la sensación de dolor mientras que los leucotrienos incrementan la permeabilidad vascular y atraen a los neutrófilos al sitio dañado. Los neutrófilos generan radicales libres (principalmente especies de oxígeno reactivo (ROS), por sus siglas en inglés Reactive Oxygen Species) lo que puede exacerbar el daño de la célula muscular, aunque existen discrepancias en la literatura con respecto a este tema¹⁵. La hinchazón de las células resulta del movimiento del fluido del torrente sanguíneo al espacio intersticial por lo que esto puede contribuir a la sensación de dolor.

Aparte de la producción de radicales libres y dolor, provocado por el ejercicio excéntrico desacostumbrado o de alta intensidad, también existe un incremento de los niveles de la proteína CK en sangre¹⁶, hinchazón, rigidez muscular, pérdida de fuerza y disminución del rango articular (ROM por sus siglas en inglés Range Of Motion)¹⁷.

Indudablemente el DMT tiene efectos negativos sobre el desempeño de deportistas así como de personas que practican actividad física de forma esporádica. Aunque ya se tiene conocimiento del DMT desde hace mucho tiempo, es en los últimos años cuando se han llevado a cabo una gran cantidad de estudios donde han

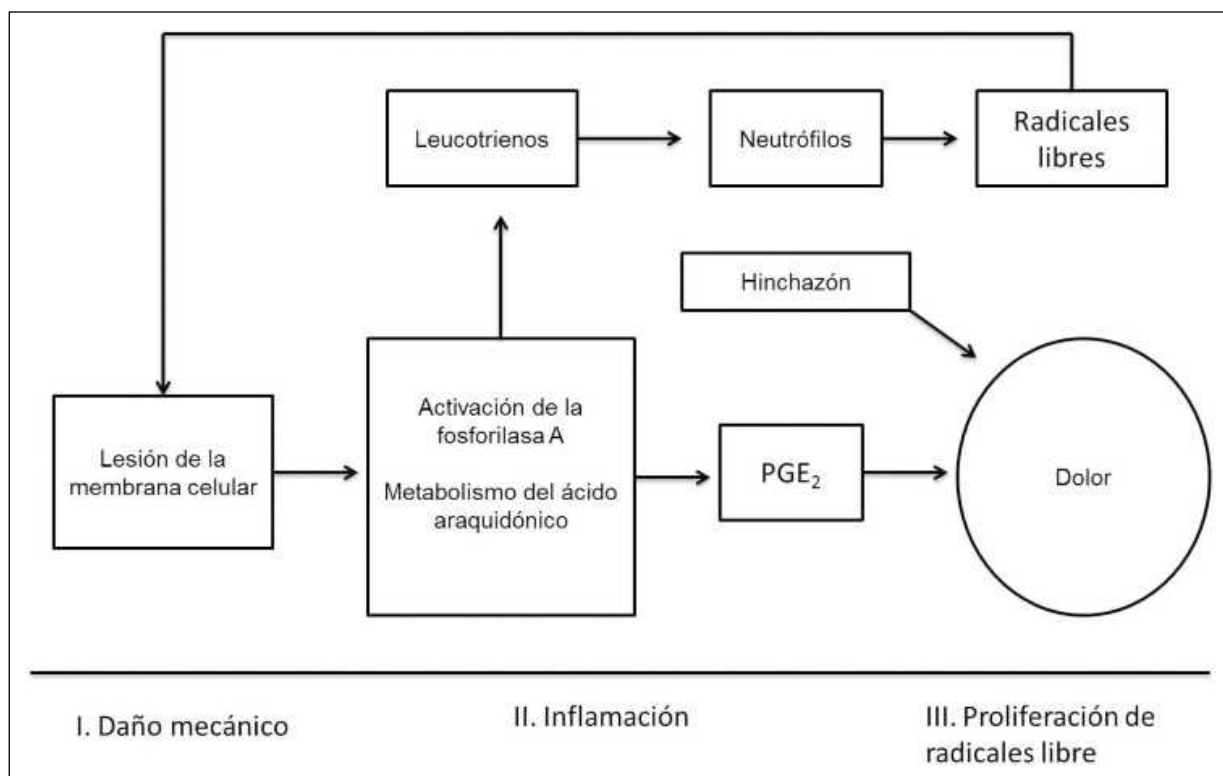


Fig. 1.—Esquema que muestra la posible secuencia (daño mecánico, inflamación y proliferación de radicales libres) del Dolor Muscular Tardío. PGE₂ = Prostaglandina E₂ (Connolly y cols.¹⁴).

utilizado diversas estrategias con el objetivo de aminorarlo, ya sea de forma profiláctica o terapéutica, entre las que encontramos la utilización de las vibraciones¹⁸, la hidroterapia¹⁹, el masaje²⁰, los antiinflamatorios no esteroideos²¹, los antiinflamatorios naturales²², entre otras. Sin embargo, son los suplementos antioxidantes, usados como estrategia para disminuir el DMT, quienes han cobrado mayor relevancia en los últimos años.

Los antioxidantes son compuestos químicos que donan electrones o átomos de hidrógeno para transformar las ROS o radicales libres en compuestos mucho más estables²³, protegiendo de esta forma a las células del daño causado por dichos compuestos. Se clasifican en antioxidantes enzimáticos (superóxido dismutasa, catalasa, glutatión peroxidasa y melatonina) y no enzimáticos (Vitamina A, C y E, polifenoles, flavonoides y otros)²⁴. Thompson y McNaughton²⁵ proponen un esquema de la interacción de los antioxidantes y los radicales libres (Figura 2).

Por todo lo anterior, el presente estudio tiene como objetivo realizar una revisión bibliográfica en las principales bases de datos relacionadas con la salud para conocer el efecto de los suplementos antioxidantes en la disminución del dolor muscular tardío.

Estrategia de busque de los artículos

La búsqueda de artículos se llevó a cabo, entre los meses de julio y agosto del 2014, en las bases de datos; Cochrane Library, PubMed, Scopus, SportDiscus

y la Web Of Science (WOS). Las palabras usadas fueron; *delayed onset muscle soreness, exercise induced muscle damage*, los acrónimos DOMS y EMID, solas y combinadas con las palabras *antioxidant* y *oxidative stress*. Los criterios de inclusión para la selección de los artículos fueron los siguientes: que fueran estudios originales, que el antioxidante utilizado en el estudio fuera no enzimático, investigaciones llevadas a cabo en humanos y que estuvieran publicados en revistas periódicas, en castellano o inglés, sin restricción en la fecha de publicación.

Los pasos seguidos para la selección de los artículos fueron: primero, identificar que en el título hubiera un antioxidante en la prevención o tratamiento del daño muscular, posteriormente en el resumen se verificaba que el dolor muscular fuera una de las variables cuantificadas, si así era, entonces se procedía a la recuperación del artículo para un análisis posterior.

Resultados

Se identificaron 54 artículos, excluyéndose 4 del análisis ya que estaban publicados en tesis, cartel o conferencia, por lo que quedaron 48. En el 35% de los estudios analizados se utilizó un diseño de investigación doble ciego cruzado, con periodos de blanqueo que oscilaban entre 5 días y tres semanas, en el resto de los estudios se usó un diseño doble ciego sencillo. Para la cuantificación del dolor se utilizó principalmente una escala visual análoga (92%), y en el resto de las

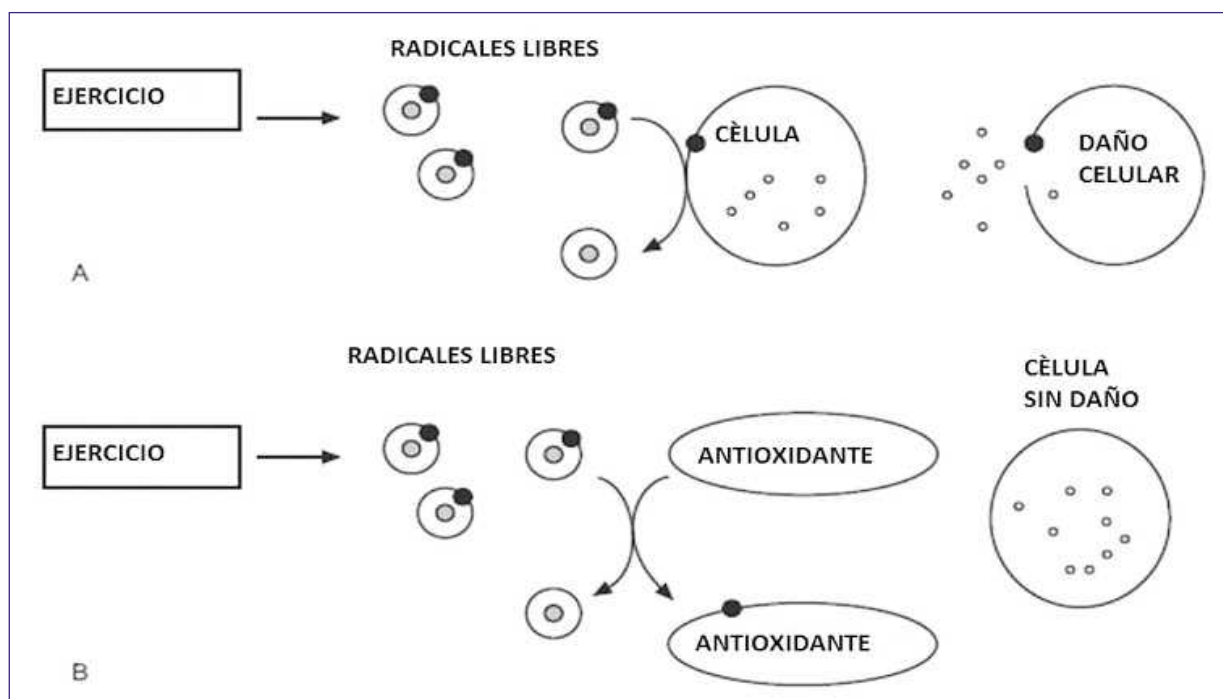


Fig. 2.— Diagrama esquemático que muestra la relación potencial entre los radicales libres y los antioxidantes. (A) El ejercicio incrementa la producción de radicales libres, los cuales pueden dañar los componentes de la célula. (B) Los antioxidantes son capaces de prevenir el daño de la célula eliminando los radicales libres (Thompson y cols.²⁵).

investigaciones de utilizó el algómetro y otras escalas como la funcional del miembro inferior, la de Borg y la descriptora diferencial de dolor. Todos los artículos están en inglés. La cuantificación del DMT varió en el número de mediciones (de una hasta siete veces) y en la distribución en el tiempo (desde 0 h hasta 14 días después del ejercicio). En cuanto a la administración del suplemento, en ~ 30% de los estudios la ingesta fue antes de realizar el ejercicio, en solo un estudio la administración fue exclusivamente después del ejercicio y el restante 67% fue antes y después de haber realizado la actividad física.

En este estudio la clasificación de los suplementos se presentan en la forma propuesta por Devagasayam y cols.²⁶; vitaminas, componentes fenólicos, otros componentes y por último están los alimentos funcionales, aunque en esta revisión se incluyó en lugar de estos últimos los suplementos antioxidantes comerciales.

Las vitaminas antioxidantes y el DMT

La vitamina C (ácido ascórbico) y la E (tocoferol) son de los antioxidantes más usados, considerados esenciales, ya que no pueden ser sintetizados por los mamíferos y por lo tanto son requeridos en la dieta²⁷. Gran parte de los estudios de antioxidantes y DMT se han enfocado al uso de estas vitaminas²¹. En la presente revisión se identificaron 17 artículos²⁸⁻⁴⁴ donde usaron estas vitaminas en la prevención y/o tratamiento del DMT (Tabla I), en siete se usó la C y en tres la E, en la siete restantes se utilizó las vitaminas combinadas entre sí o con otras terapias.

Close y cols.²⁹ compararon el DMT de un grupo que ingirió vitamina C (Vit C) con un grupo que tomó un placebo, a los sujetos les produjeron el dolor muscular con una carrera cuesta bajo durante 30 min a 60% del VO₂, aunque hubo diferencia del dolor muscular a las 24, 48 y 96 h después de haber realizado el ejercicio en los dos grupos, no encontraron diferencia entre los grupos. Connolly y cols.³⁰ suplementaron a un grupo de sujetos con Vit C por un espacio de ocho días y tampoco encontraron diferencia del DMT con un grupo que consumió un placebo. En su estudio Nie Lin³² probaron la efectividad de la Vit C en un grupo de jugadores de baloncesto que realizaron 150 sentadillas completas y 300 sentadillas medias con una carga de 10 kg, no encontraron diferencia entre el grupo experimental y el control con respecto al DMT. Por su parte Thompson y cols.³³ examinaron el uso preventivo de la Vit C en un grupo de jóvenes activos, con un diseño doble ciego cruzado, para producir el dolor usaron una prueba intermitente de 90 min de duración. No encontraron diferencia del DMT cuando consumieron la Vit C y cuando tomaron el placebo.

Bryer y Golfard²⁸ reportan que el grupo que jóvenes (n= 10) que ingirió Vit C presentaban menor DMT, inmediatamente, a las cuatro y a las 24 h después de realizar el ejercicio, en comparación con un grupo control

Tabla I
Resumen de los artículos del efecto de las vitaminas (C y E) sobre el dolor muscular tardío (DMT)

Autor (es)	Producto	Dosis	Muestra	Producción DMT	Administración Tratamiento	Efecto sobre el DMT	Conclusiones del estudio
Bryer y Goldfarb 2006 ²⁸	Vit C	3gr	18 hombres	70 EXC Brazos	2 semanas antes 4 días después	↓	El consumo de altas dosis de vitamina C pueden atenuar el dolor muscular pero tiene poco efecto sobre el ROM
Close y cols. 2006 ²⁹	Vit C	1 gr	20 hombres	CTR declinado -15%	2 h antes y durante 14 días	↔	El ácido ascórbico atenúa la producción de ROS sin afectar el DMT
Connolly y cols. 2006 ³⁰	Vit C	3 gr-día ⁻¹	13 mujeres 11 hombres	2 X 20 EXC brazos	3 días antes 5 después	↔	El consumo de vitamina C no es efectivo para proteger contra los marcadores del DMT
Kaminski y Boal 1992 ³¹	Vit C	3 gr-día ⁻¹	6 mujeres 13 hombres	15 min de ejercicio pantorrilla	3 días antes 7 después	↓	El ácido ascórbico reduce significativamente el DMT después de un ejercicio extenuante
Nie y Lin 2004 ³²	Vit C	800 mg	16 hombres	10 series de sentadillas	3 h antes y 21 después	↔	La suplementación con vitamina C quizás proteja del daño muscular pero no del DMT

Tabla I (cont)
Resumen de los artículos del efecto de las vitaminas (C y E) sobre el dolor muscular tardío (DMT)

Autor (es)	Producto	Dosis	Muestra	Producción DMT	Administración Tratamiento	Efecto sobre el DMT	Conclusiones del estudio
Thompson y cols. 2001 ³³	Vit C	1 gr	9 hombres	Prueba LIST	2 h antes	↔	La falta de efectos benéficos pudo ser por el tiempo inapropiado de la aplicación
Thompson y cols. 2001 ³⁴	Vit C	200 mg	16 hombres	Carrera intermitente	14 días antes	↓	La suplementación tiene efectos benéficos modestos en la recuperación
Avery y cols. 2003 ³⁵	Vit E	1200 UI	18 hombres	4 X 10 ejercicios de brazos y piernas	21 días antes 3 después	↔	Los resultados no apoyan que la suplementación sea benéfica para individuos entrenados
Beaton y cols. 2002 ³⁶	Vit E	1200 UI	18 hombres	24 X 10 EXC pierna	30 días antes	↔	La suplementación con Vitamina E no tiene efectos sobre el índice de daño muscular e inflamación
Silva y cols. 2010 ³⁷	Vit E	800 UI	21 hombres	3 series ISO de brazos hasta el agotamiento	14 días antes 7 después	↓	La suplementación representa un factor importante en la defensa contra el daño muscular y estrés oxidativo
Bailey y cols. 2011 ³⁸	Vit C y Vit E	Vit C 400 mg Vit E 268 mg	38 hombres	Carrera intermitente	6 semanas antes y 2 días después	↔	No hubo beneficio en la recuperación con la suplementación
Bloomer 2004 ³⁹	Vit C y Vit E	Vit C 1 gr Vit E 400 UI	18 mujeres	4 X 12 EXC brazo	14 días antes 3 después	↓	La suplementación puede ayudar a reducir la CK y el DMT
Shafat y cols. 2004 ⁴⁰	Vit C y Vit E	Vit C 500 mg Vit E 1200 UI	12 hombres	30 X 10 EXC pierna	30 días antes 7 después	↔	El consumo de vitamina C y E disminuye el déficit de la función muscular
Theodorou y cols. 2011 ⁴¹	Vit C y Vit E	Vit C 1 gr Vit E 400 UI	28 hombres	5 X 15 EXC pierna	11 semanas	↔	La falta de resultados cuestiona el uso de suplementos antioxidantes
Childs y cols. 2001 ⁴²	Vit C y NAC	Vit C 12.5 NAC 10 mg	14 hombres	3X10 EXC brazo	Durante 7 días después	↔	Este es un modelo para poner a prueba la interacción de los antioxidantes durante la fase aguda inflamatoria
Ali y cols. 2012 ⁴³	Vit C, Est. y US	750 mg·día ⁻¹	16 hombres	50 EXC brazos	3 días antes 1 después	↓	La aplicación combinada de estos tratamientos atenúa los síntomas del daño muscular
Luden y cols. 2007 ⁴⁴	Vit C, E, CHO y Prot	Vit C 872 mg Vit E 472 mg	12 mujeres 11 hombres	Carrera campo travesía	6 días antes	↓	El DMT fue menor con el consumo de CHO, Proteína y vitamina

↓= Disminución del dolor muscular del grupo experimental, ↔ = Sin diferencia de dolor muscular entre el grupo experimental y control, CHO = Carbohidrato, CK = Creatinina, Est. = estiramiento, EXC = Acciones Excéntricas, DMT = Dolor Muscular Tardío, LIST = Loughborough Intermittent Shuttle Test, NAC = N-acetilcisteína, Prot = Proteína, ROM = Rango de Movimiento, ROS = Especies Reactiva de Oxígeno, US = Ultrasonido, Vit = Vitamina. **Nota.** La aplicación del tratamiento es con respecto a la ejecución del ejercicio

(n= 8). Kaminski y Boal³¹ suplementaron a un grupo de 19 sujetos con Vit C y vieron que el DMT era menor, entre un 25-44%, que cuando usaron un placebo. Thompson y cols.³⁴ encontraron que la ingesta de Vit C durante 14 días antes de una prueba extenuante disminuye de forma modesta el DMT en comparación con la ingesta de un placebo.

En cuanto a la vitamina E (Vit E) en el tratamiento del DMT, Avery y cols.³⁵ realizaron un estudio que tuvo como objetivo examinar los efectos de la suplementación con Vit E sobre la recuperación después de sesiones repetidas de entrenamiento con resistencia. No encontraron diferencia en la percepción del DMT entre los sujetos que consumieron la Vit E y los del grupo control. Beaton y cols.³⁶ tampoco encontraron efectos positivos sobre el DMT con la administración de la Vit E 30 días antes del ejercicio. Resultados opuestos reportan Silva y cols.³⁷ en su estudio, en el cual compararon un grupo de sujetos que ingirió Vit E y uno que ingirió un placebo durante 14 días antes del ejercicio y 7 días después. El grupo experimental mostró menor dolor muscular a los 4 y 7 días después de haber realizado el ejercicio.

También se han llevado a cabo estudios donde se administra la vitamina C y la E combinada para conocer sus efectos sobre el DMT. En su investigación Shafat y cols.⁴⁰ suplementaron a un grupo con Vit C y Vit E y a otro con un placebo durante 37 días, realizaron ejercicio excéntrico de piernas, ambos grupos presentaron un dolor muscular mayor que el pretest en los seis días después del ejercicio, al séptimo día el dolor muscular fue igual que el pretest, no hubo diferencia entre los grupos. Un grupo de sujetos participantes en el estudio de Theodorou y cols.⁴¹ consumieron Vit C y Vit E durante 11 semanas, fue comparado con un grupo que consumió un placebo, no hubo diferencia del DMT entre ambos grupos después de realizar ejercicio excéntrico. Bailey y cols.³⁸ tampoco encontraron resultados positivos en su estudio. Por su parte Bloomer³⁹ encontraron que después de 2, 24 y 48 h el dolor muscular era menor en un grupo tratado con 1 gr de Vit C y 400 UI de Vit E en comparación con el grupo control.

La ingesta de una bebida de carbohidratos con proteínas enriquecida con Vit C y Vit E, ha mostrado ser efectiva en la disminución del DMT en un grupo de corredores universitarios de campo traviesa⁴⁴. Por su parte Ali y cols.⁴³ combinaron la Vit C con estiramiento y el ultrasonido, 24 h después de haber realizado ejercicio el grupo experimental presentaba menor dolor muscular que el grupo control. Sin embargo, Childs y cols.⁴² investigaron la ingesta de la Vit C combinada con la N-acetil-cisteína durante siete días después del ejercicio, no encontraron efectos positivos en la disminución del DMT.

Conclusiones: De acuerdo con los artículos analizados podemos concluir, en primer lugar que la suplementación con Vit C ayuda poco en la disminución del DMT, sin embargo, puede proteger del daño muscular con la reducción de radicales libre. En ese mismo sen-

tido esta la suplementación con Vit E y sus efectos sobre el DMT, aunque al parecer tampoco protege contra el daño muscular, a diferencia de la vitamina C que sí lo hace. Cuando se combinan ambas vitaminas en la suplementación parece tener mejores resultados en la disminución del DMT. También cuando alguna de las vitaminas se combina con otro tipo de terapia disminuye en mayor medida el DMT, aunque en estos casos es difícil determinar en qué proporción afecta cada una de las estrategias utilizadas.

Los suplementos polifenoles y el DMT

Los polifenoles son los antioxidantes más abundantes en la dieta, más que la Vit C y la Vit E, su principal fuente son las frutas y las bebidas provenientes de los vegetales⁴⁵. Se conocen varios cientos de polifenoles. Los dos principales tipos son los flavonoides y los ácidos fenólicos⁴⁶. Se encontraron 14 artículos⁴⁷⁻⁶⁰ relativos a los efectos de la suplementación con antioxidantes polifenólicos y el dolor muscular (Tabla II).

La capacidad antioxidante de la cereza ha sido ampliamente investigada usando diversas estrategias metodológicas⁶¹. Dicha actividad antioxidante está altamente correlacionada con el contenido de fenoles⁶².

Connolly y cols.⁴⁷ reportan que los sujetos de su estudio que consumieron jugo de cereza tuvieron la máxima intensidad de DMT 24 h después del ejercicio y después fue descendiendo, mientras los del grupo control después de 24 h el DMT seguía aumentando. Kuehl y cols.⁴⁹ realizaron su estudio con corredores de larga distancia donde compararon a un grupo que consumió jugo de cereza (n = 26) y otro que consumió un placebo (n = 25) y su efecto sobre el dolor. Después de la carrera ambos grupos reportaron más dolor, sin embargo, el incremento en el grupo experimental fue menor. En cambio Howatson y cols.⁴⁸ no encontraron efectividad con el consumo de jugo de cereza para disminuir el DMT en corredores de maratón.

En los últimos años la granada ha llamado la atención por sus beneficios en la salud. En la década pasada, numerosos estudios acerca de la actividad antioxidante mostraron que la granada contiene altos niveles de antioxidante debido, principalmente, a su contenido de polifenoles. Dicho nivel antioxidante es más alto que el encontrado en otros jugos de frutas y bebidas⁶³. Trombold y cols.⁵⁶ realizaron un estudio donde tenían como objetivo determinar si la suplementación con jugo de granada mejoraba la recuperación del músculo esquelético después de una sesión de entrenamiento exhaustivo, reportan que además de acelerar la recuperación los sujetos presentaban menor DMT con la suplementación con jugo de granada. Ya antes Trombold y cols.⁵⁴ habían hecho un estudio en el que habían analizado el elagitanino (ET), un polifenol presente en diversas frutas, extraído del jugo de granada y sus efectos sobre el DMT⁶⁴, en los resultados encontraron que los sujetos que ingirieron ET presentaban menor

Tabla II
Resumen de los artículos del efecto de suplementos fenólicos sobre el dolor muscular tardío (DMT)

Autor (es)	Producto	Dosis	Muestra	Producción DMT	Administración Tratamiento	Efecto sobre el DMT	Conclusiones del estudio
Connolly y cols. 2006 ⁴⁷	Jugo de cereza	12 onzas	14 hombres	EXC Brazos	4 días antes 4 después	↓	El consumo de jugo de cereza antes y después del EXC reduce los síntomas del daño
Howatson y cols. 2010 ⁴⁸	Jugo de cereza	8 onzas	7 mujeres 13 hombres	Carrera de maratón	5 días antes 3 después	↔	El jugo provee un medio para ayudar en la recuperación
Kuehl y cols. 2010 ⁴⁹	Jugo de cereza	10,5 onzas	18 mujeres 36 hombres	Carrera (~ 26 km)	7 días antes y el día la carrera	↓	El consumo de jugo de cereza reduce los síntomas del daño muscular
Su y cols. 2008 ⁵⁰	Alicina	80 mg	8 mujeres 8 hombres	CTR	2 semanas antes	↓	La alicina es un agente potencial para reducir el daño muscular
McLeay y cols. 2012 ⁵¹	Arándano	200 gr	10 mujeres	300 EXC cuádriceps	5 y 10 h antes y 12 y 36 después	↓	La ingesta de arándano antes y después del EXC acelera la recuperación
Bloomer y cols. 2005 ⁵²	Astanxatina	4 mg	20 hombres	10 X 10 EXC	3 semanas antes	↔	Las astanxatina no afecta favorablemente los marcadores indirectos del daño muscular
Meamrabashi y Rajabi 2014 ⁵³	Azafrán	300 mg-día-1	39 hombres	4 X 20 EXC	Una semana antes y 3 días después	↓	Efecto preventivo del consumo de azafrán en el DMT
Trombold y cols. 2010 ⁵⁴	Elagitanino	480 ml de bebida	16 hombres	Isicnético EXC codo	5 días antes 4 después	↓	Menor DM a las dos horas de la recuperación, sin diferencia después
Lenn y cols. 2002 ⁵⁵	Isoflavonas	120 mg de soya	10 hombres 6 mujeres	50 EXC brazo	30 días antes	↔	Las isoflavonas no son efectivas para aminorar el DMT
Trombold y cols. 2011 ⁵⁶	Jugo de granada	500 ml-día-1	17 hombres	2 series hasta la falla	7 días antes 8 después	↓	El consumo de jugo de granada disminuye la debilidad y acelera la recuperación de la fuerza muscular
Roengrit y cols. 2014 ⁵⁷	Phyllanthus Amarus (PA)	100 mg	12 hombres	20 min en cicloergómetro	20 min y durante 2 días después	↓	La suplementación con PA reduce el estrés oxidativo y el dolor muscular provocado por el ejercicio intenso
O'Fallon y cols. 2012 ⁵⁸	Quercetina	1gr-día-1	15 mujeres 15 hombres	24 EXC máximas de brazos	7 días antes	↔	No atenúa las consecuencias negativas del ejercicio extenuante
Laupheimer y cols. 2014 ⁵⁹	Resveratrol	600 mg	7 hombres	Carrera de maratón	7 días antes	↔	No hubo diferencia en la respuesta inmune o DMT entre el resveratrol y el placebo después del maratón
Meamrabashi y Fahad 2011 ⁶⁰	Verdolaga	1200 mgr-día-1	20 hombres	Subir y bajar de un banco de 50 cm de altura	72 h antes 48 después	↓	El extracto de verdolaga reduce las variables bioquímicas y clínicas del DMT

↓= Disminución del dolor muscular del grupo experimental, ↔ = Sin diferencia de dolor muscular entre el grupo experimental y control, BCAA = Aminoácidos de cadena ramificada, CHO = Carbohidrato, CTR = Carrera en Tapiz Rodante, CK = Creatinina, EXC = Acciones Excéntricas, DMT = Dolor Muscular Tardío, EGCG = Epilocatequina-3-Galata. **Nota.** La aplicación del tratamiento es con respecto a la ejecución del ejercicio

dolor muscular a las dos horas de haber realizado el ejercicio.

Está ampliamente documentado el perfil fenólico y la composición cuantitativa del arándano así como su capacidad antioxidante⁶⁵ la cual ha sido ponderada positivamente por su alta actividad⁶⁶. En cuanto al efecto del arándano sobre el DMT McLeay y cols.⁵¹ hicieron un estudio con diseño doble ciego y cruzado con la cereza como tratamiento, la duración entre las dos pruebas fue de cinco días, participaron diez mujeres que realizaron 3 series de 100 repeticiones excéntricas de los cuádriceps. Reportan que el consumo de arándano antes y después realizar una prueba extenuante ayuda en la recuperación de los sujetos y disminuye el DMT.

El azafrán es ampliamente utilizado como condimento y colorante de comidas y en menor medida como tinte textil o ingrediente en perfumería. Ha sido utilizada como hierba medicinal para el tratamiento de diversas enfermedades debido a sus propiedades sedantes y analgésicos⁶⁷. También se ha demostrado que tiene actividad antioxidante por su contenido del flavonoide kaempferol⁶⁸. Meamarbashi y Rajabi⁵³ compararon un grupo que consumió azafrán durante diez días, otro que consumió la indometacina (antiinflamatorio no esteroideo) y un grupo control, encontraron que los sujetos que consumieron azafrán no presentaron dolor muscular mientras que los de indometacina lo experimentaron en la 72 horas después del ejercicio.

Otra planta que ha tenido uso medicinal a través de los años es el ajo. Dicha especie contiene alicina que aparte de ser la responsable de su olor y sabor, al parecer también es responsable de los beneficios sobre la salud, a menudo se le atribuye una elevada actividad antioxidante⁶⁹. En atletas entrenados la ingesta de 80 mg de alicina por día durante dos semanas antes de realizar una prueba en tapiz rodante, con un declive de -10%, y dos días después disminuía la percepción del DMT inmediatamente, a las 24 y 48 h después de haber realizado el ejercicio⁵⁰.

La astaxantina es un pigmento carotenoide de color rojo, es un poderoso antioxidante que se encuentra en una gran cantidad de seres vivos como microalgas, hongos, plantas complejas y crustáceos⁷⁰. En cuanto al efecto de la astaxantina sobre el DMT Bloomer y cols.⁵² no encontraron efectos positivos con la ingesta de 4 mg 3 semanas antes y 4 días después de una prueba de ejercicio excéntrico. La respuesta al ejercicio del DMT fue similar para el grupo que consumió astaxantina y el grupo que ingirió un placebo.

Los flavonoides son constituyentes normales de la dieta humana, algunos de ellos actúan como inhibidores enzimáticos y antioxidantes⁷¹. La soya es una fuente importante de las isoflavonas genisteína y daidzeína que contribuyen a la disminución oxidativa de las lipoproteínas de baja densidad⁷². Lenn y cols.⁵⁵ compararon a un grupo que consumió aceite de pescado, otro que ingirió isoflavonas de la soya aislada y un grupo control y evaluaron sus efectos sobre diversas varia-

bles, entre la que se encuentra el DMT, no encontraron diferencia en ninguna de las variables evaluadas.

Phyllanthus Amarus (PA) es una planta con tallo corto y rígido, se encuentra en algunas partes del sur de la India, Florida, México y toda América del Sur, se utiliza en el sistema de medicina ayurvédica para combatir trastornos hepáticos⁷³. La PA ha mostrado un significativo potencial en la eliminación de radicales libres y en la inhibición de la peroxidación lipídica⁷⁴. Roengrit y cols.⁵⁷ llevaron a cabo un estudio con diseño doble ciego para evaluar los efectos del consumo de PA sobre el estrés oxidativo, daño muscular, inflamación y dolor muscular después de una sesión de entrenamiento intenso. Entre sus resultados destaca que a las 48 h de haber realizado ejercicio con el consumo de PA el DMT era menor.

La quercetina es un flavonoide natural y se ha demostrado que tiene potencial antioxidante, se encuentra en altas cantidades en frutas y vegetales⁷⁵. En cuanto a su efecto sobre el DMT O'Fallon y cols.⁵⁸ no encontraron efecto positivo con su administración profiláctica en hombres y mujeres sometidos a ejercicio excéntrico intenso. El resveratrol es conocido por su amplio rango como mediador intracelular, está presente en diversos alimentos y bebidas de origen vegetal, es una fitoalexina producida naturalmente por los frutos y las hojas de las plantas comestibles, cacahuetes, moras, uvas y vino tinto. Se ha encontrado que el resveratrol tiene una actividad antioxidante efectiva⁷⁶. Laupheimer y cols.⁵⁹ analizaron los efectos del resveratrol sobre el DMT en un grupo de corredores de maratón y no encontraron diferencia entre los que lo consumieron y los que consumieron una bebida placebo.

Aparte de contener una alta cantidad de aminoácidos, la verdolaga ha sido reportada como una fuente importante de α -tocoferol, ácido ascórbico y β -caroteno, por lo que tiene altas propiedades nutritivas y antioxidantes⁷⁷. Meamarbashi y Farhad⁶⁰ realizaron un estudio con el objetivo de determinar los efectos preventivos del extracto de verdolaga sobre el DMT después de una sesión de entrenamiento excéntrico. Los sujetos tratados con el extracto de verdolaga presentaron menor DMT a las 48 h, en comparación con el grupo control.

Conclusión: Con respecto a la ingesta de suplementos polifenólicos para contrarrestar el DMT, parece ser que tienen una alta efectividad, sobre todo el jugo de cereza, además ayudan en la recuperación después de una sesión de ejercicios extenuante. También la granada o sus componentes muestran ser efectivos en la disminución del DMT.

Suplementos con otros componentes antioxidantes y el DMT

Se encontraron 11 artículos⁷⁷⁻⁸⁸ donde se suplementó a los sujetos con otro tipo de antioxidante, entre los que destacan la cafeína, el cacao y la taurina (Tabla III).

Tabla III
Resumen de los artículos del efecto de otros suplementos antioxidantes sobre el dolor muscular tardío (DMT)

Autor (es)	Producto	Dosis	Muestra	Producción DMT	Administración Tratamiento	Efecto sobre el DMT	Conclusiones del estudio
McBrier y cols. 2010 ⁷⁸	Cacao	330 ml	7 hombres	CTR	2 h después y antes de acostarse	↓	El consumo de la bebida fue efectivo en la disminución del DMT
Peschek y cols. 2013 ⁷⁹	Cacao	350 mg	8 hombres	CTR (5 km)	1 h antes 2 después	↔	La adición de cacao no aporta beneficios adicionales
Maridakis y cols. 2007 ⁸⁰	Cafeína	5 mg·kg ⁻¹	9 mujeres	64 EXC Estimulación eléctrica	24 y 48 h después	↓	Hubo una gran reducción del dolor durante la contracción voluntaria máxima
Hurley y cols. 2013 ⁸¹	Cafeína	5 mg·kg ⁻¹	12 hombres	5 series de ejercicio de brazos	1 h antes	↓	Uno de los efectos beneficios de la ingesta de cafeína es la atenuación del DMT
Nobahar 2013 ⁸²	Cafeína	1 mg·kg ⁻¹	24 mujeres	Salto desde 1 m de altura	24, 12 y 0 h antes. 0, 12 h después	↓	El consumo de cafeína tiene efectos positivos sobre la percepción del dolor después del ECC
Nobahar 2014 ⁸³	Cafeína	1 mg·kg ⁻¹	16 mujeres	Salto desde 1 m de altura	12 y 24 h antes	↓	Efectos positivos de la cafeína en la reducción del DMT
da Silva y cols. 2014 ⁸⁴	Taurina	SD	21 hombres	3 series EXC de brazos el agotamiento	14 días antes	↓	La taurina mejora el desempeño pero no disminuye la respuesta inflamatoria
Ra y cols. 2013 ⁸⁵	Taurina y BCAA	Taurina 2 gr BCAA 3.2 gr	36 hombres	6 X 5 EXC brazos	2 semanas antes	↓	La combinación de BCAA y taurina atenúan el daño y DMT
Kingsley y cols. 2006 ⁸⁶	PS	750 mg· día ⁻¹	8 hombres	Carrera cuesta bajo	7 días antes 3 después	↔	La suplementación no atenúa el DMT, ni los marcadores del daño muscular
Kerkick y cols. 2009 ⁸⁷	NAC y EGCG	1800 mg	30 hombres	10 X 10 EXC	14 días antes	↓	Menor dolor que el placebo a las 24 h
Arent y cols. 2010 ⁸⁸	Té Negro	350 mg	18 hombres	Test de Wingate	7 días antes 2 después	↓	Incremento en el desempeño y decremento de los marcadores del estrés oxidativo

↓ = Disminución del dolor muscular del grupo experimental, ↔ = Sin diferencia de dolor muscular entre el grupo experimental y control, BCAA = Aminoácidos de cadena ramificada, CHO = Carbohidrato, CTR = Carrera en Tapiz Rodante, CK = Creatinina, EXC = Acciones Excéntricas, DMT = Dolor Muscular Tardío, EGCG = Epigallocatequina-3-Galata, PS = Fosfatidilserina
Nota. La aplicación del tratamiento es con respecto a la ejecución del ejercicio

El cacao tiene características antioxidantes muy importantes ya que contiene grandes concentraciones de flavonoides, epicatequinas, catequinas y procianidinas⁸⁹. Tanto McBrier y cols.⁷⁸ como Peschek y cols.⁷⁹ llevaron a cabo estudios, con diseño de investigación cruzado, donde tenían como objetivo determinar el efecto del consumo de cacao sobre la el dolor muscular y la recuperación después de una prueba en tapiz rodante con declive de -10%. Mientras que McBrier y cols.⁷⁸ encontraron que la bebida enriquecida con cacao disminuía el DMT, Peschek y cols.⁷⁹ reportan que no hubo diferencia entre los sujetos que consumieron una bebida de carbohidratos y proteína y los que consumieron la bebida enriquecida con cacao.

La cafeína es un constituyente de diversas bebidas, entre ellas el café, ha mostrado una gran capacidad para eliminar los radicales libres altamente reactivos y especies reactivas de oxígeno con la finalidad de proteger a las células del daño que causan estas especies⁹⁰. También se ha mostrado en diversos estudios que la suplementación con cafeína ayuda a reducir el DMT. Maridakis y cols.⁸⁰ llevaron a cabo un estudio donde utilizaron la estimulación eléctrica para producir el dolor, observaron que una hora después de haber recibido una dosis de café los sujetos presentaban menor dolor durante una contracción voluntaria máxima en comparación con los que consumieron un placebo. En su estudio Hurley y cols.⁸¹ vieron que los sujetos que consumieron cafeína tenían menor dolor muscular al segundo y tercer día de la realización del ejercicio en comparación que el grupo control. En su estudio con jugadoras de voleibol Nobahar⁸² las sometió a una sesión intensa de ejercicio y comparó la ingesta de cafeína y el ejercicio aeróbico como medio de recuperación y tratamiento del DMT, ambas estrategias fueron efectivas en la disminución del DMT después del ejercicio. El mismo investigador⁸³ llevó a cabo otro estudio donde comparó la ingesta de cafeína con la ingesta de un placebo y su efecto sobre el dolor muscular, encontró que el grupo que consumió cafeína tenía menor dolor muscular después de 24 h de haber realizado el ejercicio.

En diversos estudios se ha visto que la taurina puede reducir algunos marcadores del estrés oxidativo producidos por el ejercicio, además de proteger a la célula y eliminar radicales libres⁹¹. Con respecto al DMT, da Silva y cols.⁸⁴ encontraron que la suplementación con taurina lo disminuía, en comparación con la suplementación con placebo. Por su parte Ra y cols.⁸⁵ realizaron un estudio donde analizaron la taurina sola y combinada con aminoácidos de cadena ramificada, en el dolor muscular de los brazos provocado por acciones excéntricas. Dos días después los sujetos que consumieron una combinación de aminoácidos y taurina presentaban menor DMT que el grupo que consumió un placebo y al que ingirió taurina sola.

La fosfatidilserina es un fosfolípido que se encuentra en las membranas celulares, que tiene actividad antioxidante⁹². Kingsley y cols.⁸⁶ suplementaron a los

sujetos de su estudio con 750 mg/día de fosfatidilserina de soya durante 10 días. Después de correr durante 30 minutos en un tapiz rodante a -17.5% de inclinación vieron que no había diferencia en la percepción de DMT con la suplementación y el placebo.

El té es una de las bebidas más consumidas en el mundo; y pueden ser agrupados en tres tipos, té verde, negro y oolong o azul⁹³. El té negro es rico en catequinas y polifenoles lo que permite eliminar las especies de oxígeno reactivo⁹⁴. Arent y cols.⁸⁸ llevaron a un estudio en el que usaron el extracto de té negro para determinar sus efectos sobre el estrés oxidativo, inflamación respuesta del cortisol y DMT después de una prueba anaeróbica de alta intensidad. El consumo de extracto de té negro ayudó a mejorar la recuperación, disminuir el estrés oxidativo y disminuir el DMT. Por su parte Kerksik y cols.⁸⁷ compararon los efectos de la epigallocatequina gallato (catequina del té verde) y la N-acetil-cisteína sobre el dolor muscular después de una sesión de ejercicio. Los resultados mostraron que ambos suplementos disminuían el DMT en comparación con el placebo, sin embargo, no hubo diferencia entre ellos.

Conclusión: En lo que corresponde a los suplementos que contienen otros componentes antioxidantes, mostraron de manera general que son efectivos en la disminución del DMT. En este tipo de suplementos destaca la cafeína ya que es el más utilizado en los estudios, presentando buena efectividad en la disminución del DMT. También la taurina muestra que puede disminuir el DMT ya sea sola o combinada con otro suplemento.

Suplementos antioxidantes comerciales y el DMT

Se encontraron 6 artículos⁹⁵⁻¹⁰⁰ donde se utilizaron suplementos antioxidantes comerciales (Tabla IV) para contrarrestar el DMT.

Bloomer y cols.⁹⁵ utilizaron en su investigación un suplemento (FamiliE™), que contiene principalmente vitaminas, en un grupo de sujetos que lo ingirió por 16 días, lo compararon con un grupo que tomó un placebo, fueron sometidos a un entrenamiento para producirles dolor muscular, la cuantificación del dolor a las 24 y 48 h no difirió entre ambos los grupos. Rynders y cols.⁹⁹ usaron un suplemento basado en extractos de plantas (StemSport™) con acción antioxidante y antiinflamatoria, con un diseño de doble ciego cruzado y de manera profiláctica, no encontraron diferencia del DMT con la ingesta del suplemento. Goldfarb y cols.⁹⁸ tampoco encontraron efectos positivos de un grupo que ingirió un jugo de bayas (Juice Plus+®) con alto contenido de β-Caroteno, Vit C y Vit E, cuando lo compararon a un grupo que tomó un placebo, ambos equipos presentaron dolor muscular 24, 48 y 72 h con respecto al pre test, sin embargo no hubo diferencia entre ambos grupos. Bowtell y cols.⁹⁶ utilizaron el suplemento CherryActive® compuesto de jugo de cereza

Tabla IV
Resumen de los artículos de suplementos antioxidantes comerciales y sus efectos sobre el dolor muscular tardío (DMT)

Autor (es)	Producto	Dosis	Muestra	Producción DMT	Administración Tratamiento	Efecto sobre el DMT	Conclusiones del estudio
Bloomer y cols. 2007 ⁹⁵	FamilE™	2 Cap·día ⁻¹	36 hombres	10 X 10 de pres de banco	14 días antes 2 después	↔	Los resultados no apoyaron el objetivo de reducir el daño muscular y el estrés oxidativo
Bowtell y cols. 2011 ⁹⁶	CherryActive®	60 ml·día ⁻¹	10 hombres	10 X 10 EXC pierna	7 días antes 2 después	↔	El consumo de este jugo mejora la recuperación de la fuerza
Drobnic y cols. 2014 ⁹⁷	Phytosome®	2 gr·día ⁻¹	20 hombres	CTR declinado	3 días antes 1 después	↓	La cúrcuma tiene potencial para prevenir el DMT
Goldfarb y cols. 2011 ⁹⁸	Juice Plus+®	6 Cap·día ⁻¹	15 mujeres 26 hombres	4 X 12 acciones EXC	4 semana antes 4 días después	↔	El jugo atenúa el estrés oxidativo pero no tiene efecto sobre los cambios funcionales
Rynders y cols. 2014 ⁹⁹	StemSport™	6150 mg·día ⁻¹	9 mujeres 7 hombres	EXC brazos al agotamiento	7 días antes	↔	La suplementación con StemSport™ no aceleró la recuperación
Udani y cols. 2009 ¹⁰⁰	Bounce Back®	2 Cap·día ⁻¹	5 mujeres 5 hombres	EXC Sentadillas	30 días antes	↓	El producto parece ser seguro y se requieren estudios con muestras mayores

↓ = Disminución del dolor muscular del grupo experimental, ↔ = Sin diferencia de dolor muscular entre grupo experimental y control, Cap = Capsulas, EXC = Acciones excéntricas, DMT = Dolor Muscular Tardío. **Nota.** La aplicación del tratamiento es con respecto a la ejecución del ejercicio.

y encontraron que aceleraba la recuperación después de un ejercicio isocinético aunque en el DMT no hubo diferencia entre el grupo experimental y el control.

Drobnic y cols.⁹⁷ llevaron a cabo un estudio en el que usaron un suplemento (Phytosome®) basado en la cúrcuma, planta que ha mostrado tener diez veces más potencial antioxidante que la Vit E¹⁰¹, un grupo consumió el suplemento y otro consumió un placebo, corrieron durante 45 min en una banda declinada (-10%), los sujetos que consumieron el suplemento presentaban menor DMT, aunque no fue significativa, sí hubo una tendencia a mostrar menor DMT con el suplemento. Por su parte Udani y cols.¹⁰⁰ realizaron un estudio con diseño de investigación cruzado en el que participaron hombres y mujeres, consumieron dos capsulas diarias de Bounce Back®, suplemento que contiene enzimas proteolíticas, cúrcuma, aceite de soya, Vit C y resveratrol, durante treinta días. Dicho suplemento disminuyó considerablemente el DMT después de la realización de un protocolo de ejercicio excéntrico.

Conclusión: Aun cuando este tipo de suplementos son ofrecidos como efectivos para contrarrestar los efectos del estrés oxidativo, los estudios analizados en esta revisión han mostrado poca efectividad en la disminución del DMT y resultados diversos y contradictorios con respecto a la recuperación después del ejercicio.

Consideraciones finales

Por último se puede decir que debido a la diversidad de formas de provocar el dolor muscular, las dosis de antioxidantes administradas, tiempos de medición y sobre todo a la cantidad de sujetos participantes en los estudios, es difícil emitir una conclusión definitiva con relación al efecto de los suplementos antioxidantes sobre el DMT. Sin embargo, se puede afirmar que los suplementos antioxidantes son prometedores en contrarrestar el daño muscular y el estrés oxidativo. Por lo que se requieren más estudios para dilucidar de una forma más precisa el efecto de los antioxidantes sobre el DMT.

Referencias

1. Armstrong RB, Ogilvie RW, Schwane JA. Eccentric exercise-induced injury to rat skeletal muscle. *J Appl Physiol.* 1983; 54 (1): 80-93.
2. Sayers SP, Dannecker EA. How to prevent delayed onset muscle soreness (DOMS) after eccentric exercise. *Int J Sports Med.* 2004; 5 (2): 84-97.
3. McHugh MP, Connolly DA, Eston RG, Gleim GW. Exercise-induced muscle damage and potential mechanisms for the repeated bout effect. *Sports Med.* 1999; 27 (3): 157-70.
4. Francis KT. Delayed muscle soreness: a review. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1983; 5 (1): 10-3.
5. Bubbico A, Kravitz L. Eccentric exercise: A comprehensive review of a distinctive training method. *IDEA Fitness Journal.* 2010; 7 (9): 50-9.

6. Asmussen E. Positive and negative muscular work. *Acta Physiol Scand.* 1953; 28 (4): 364-82.
7. Schwane JA, Watrous SR, Johnson SR, Armstrong RB. Is lactic related to delayed onset muscle soreness. *Physician Sport Med.* 1983; (11): 124-31.
8. De Vries HA. Quantitative electromyographic investigation of the spasm theory of muscle pain. *Am J Phys Med.* 1966; 45 (3): 119-34.
9. Stauber WT. Eccentric action of muscles: physiology, injury, and adaptation. *Exerc Sport Sci Rev.* 1989; 17: 157-85.
10. Hough T. Ergographic studies in muscular fatigue and soreness. *J Boston Soc Med Sci.* 1900; 5 (3): 8-92.
11. Cheung K, Hume P, Maxwell L. Delayed onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors. *Sports Med.* 2003; 33 (2): 145-64.
12. Smith LL. Causes of delayed onset muscle soreness and the impact on athletic performance: A review. *J Appl Sport Sci Res.* 1992; 6 (3): 135-41.
13. Lewis PB, Ruby D, Bush-Joseph CA. Muscle soreness and delayed-onset muscle soreness. *Clin Sports Med.* 2012; 31 (2): 255-62.
14. Connolly DA, Sayers SP, McHugh MP. Treatment and prevention of delayed onset muscle soreness. *J Strength Cond Res.* 2003; 17 (1): 197-208.
15. Close GL, Ashton T, McArdle A, Maclaren DP. The emerging role of free radicals in delayed onset muscle soreness and contraction-induced muscle injury. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol.* 2005; 142: 257-66.
16. Friden J, Lieber RL. Serum creatine kinase level is a poor predictor of muscle function after injury. *Scand J Med Sci Sports.* 2001; 11 (2): 126.
17. Cleak MJ, Eston RG. Muscle soreness, swelling, stiffness and strength loss after intense eccentric exercise. *Br J Sports Med.* 1992; 26 (4): 267-72.
18. Aminian-Far A, Hadian MR, Olyaei G, Talebian S, Bakhtiari AH. Whole-body vibration and the prevention and treatment of delayed-onset muscle soreness. *J Athl Train.* 2011; 46 (1): 43-9.
19. Vaile J, Halson S, Gill N, Dawson B. Effect of hydrotherapy on the signs and symptoms of delayed onset muscle soreness. *Eur J Appl Physiol.* 2008; 102 (4): 447-55.
20. Nelson N. Delayed onset muscle soreness: Is massage effective? *J Bodyw Mov Ther.* 2013; 17 (4): 475-82.
21. Howatson G, van Someren KA. The prevention and treatment of exercise-induced muscle damage. *Sports Med.* 2008; 38 (6): 483-503.
22. Pumpa KL, Fallon KE, Bensoussan A, Papalia S. The effects of topical Arnica on performance, pain and muscle damage after intense eccentric exercise. *Eur J Sport Sci.* 2014; 14 (3): 294-300.
23. McAnulty SR. Antioxidants and Athletes. *Athl Ther Today.* 2003; 8 (5): 40-1.
24. Gupta RK, Patel AK, Shah N, Chaudhary AK, Jha UK, Yadav UC, et al. Oxidative stress and antioxidants in disease and cancer: a review. *Asian Pac J Cancer Prev.* 2014; 15 (11): 4405-9.
25. Thompson D, McNaughton L. Antioxidant vitamins and muscle soreness in humans: a brief review. *Phys Ther Sport.* 2001; 2 (3): 141-8.
26. Devasagayam TP, Tilak JC, Bloor KK, Sane KS, Ghaskadbi SS, Lele RD. Free radicals and antioxidants in human health: current status and future prospects. *J Assoc Physicians India.* 2004; 52: 794-804.
27. Ji LL. Antioxidants and oxidative stress in exercise. *Proc Soc Exp Biol Med.* 1999; 222 (3): 283-92.
28. Bryer SC, Goldfarb AH. Effect of high dose vitamin C supplementation on muscle soreness, damage, function, and oxidative stress to eccentric exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2006; 16 (3): 270-80.
29. Close GL, Ashton T, Cable T, Doran D, Holloway C, McArdle F, et al. Ascorbic acid supplementation does not attenuate post-exercise muscle soreness following muscle-damaging exercise but may delay the recovery process. *Br J Nutr.* 2006; 95 (5): 976-81.
30. Connolly DA, Lauzon C, Agnew J, Dunn M, Reed B. The effects of vitamin C supplementation on symptoms of delayed onset muscle soreness. *J Sports Med Phys Fitness.* 2006; 46 (3): 462-7.
31. Kaminski M, Boal R. An effect of ascorbic acid on delayed-onset muscle soreness. *Pain.* 1992; 50 (3): 317-21.
32. Nie J, Lin H. Effects of vitamin C supplementation on recovery from eccentric exercise-induced muscle soreness and damage in junior athletes. *J Exerc Sci Fit.* 2004; 2 (2): 94-8.
33. Thompson D, Williams C, Kingsley M, Nicholas CW, Lakomy HK, McArdle F, et al. Muscle soreness and damage parameters after prolonged intermittent shuttle-running following acute vitamin C supplementation. *Int J Sports Med.* 2001; 22 (1): 68-75.
34. Thompson D, Williams C, McGregor SJ, Nicholas CW, McArdle F, Jackson MJ, et al. Prolonged vitamin C supplementation and recovery from demanding exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2001; 11 (4): 466-81.
35. Avery NG, Kaiser JL, Sharman MJ, Scheett TP, Barnes DM, Gomez AL, et al. Effects of vitamin E supplementation on recovery from repeated bouts of resistance exercise. *J Strength Cond Res.* 2003; 17 (4): 801-9.
36. Beaton LJ, Allan DA, Tarnopolsky MA, Tiidus PM, Phillips SM. Contraction-induced muscle damage is unaffected by vitamin E supplementation. *Med Sci Sports Exerc.* 2002; 34 (5): 798-805.
37. Silva LA, Pinho CA, Silveira PC, Tuon T, De Souza CT, Dal-Pizzol F, Pinho RA. Vitamin E supplementation decreases muscular and oxidative damage but not inflammatory response induced by eccentric contraction. *J Physiol Sci.* 2010; 60 (1): 51-7.
38. Bailey DM, Williams C, Betts JA, Thompson D, Hurst TL. Oxidative stress, inflammation and recovery of muscle function after damaging exercise: effect of 6-week mixed antioxidant supplementation. *Eur J Appl Physiol.* 2011; 111 (6): 925-36.
39. Bloomer RJ, Goldfarb AH, McKenzie MJ, You T, Nguyen L. Effects of antioxidant therapy in women exposed to eccentric exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2004; 14 (4): 377-88.
40. Shafat A, Butler P, Jensen RL, Donnelly AE. Effects of dietary supplementation with vitamins C and E on muscle function during and after eccentric contractions in humans. *Eur J Appl Physiol.* 2004; 93 (1-2): 196-202.
41. Theodorou AA, Nikolaidis MG, Paschalis V, Koutsias S, Panayiotou G, Fatouros IG, Koutekadis Y, Jamurtas AZ. No effect of antioxidant supplementation on muscle performance and blood redox status adaptations to eccentric training. *Am J Clin Nutr.* 2011; 93 (6): 1373-83.
42. Childs A, Jacobs C, Kaminski T, Halliwell B, Leeuwenburgh C. Supplementation with vitamin C and N-acetyl-cysteine increases oxidative stress in humans after an acute muscle injury induced by eccentric exercise. *Free Radic Biol Med.* 2001; 31 (6): 745-53.
43. Ali J, Mehrdad A, Ali K. The effects of a combination treatment (pre-exercise vitamin C and PNF stretching, post-exercise ultrasound treatment) on markers of exercise-induced muscle damage. *Rev Bras Med Esporte.* 2012; 18 (5): 322-9.
44. Luden ND, Saunders MJ, Todd MK. Postexercise carbohydrate-protein- antioxidant ingestion decreases plasma creatine kinase and muscle soreness. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2007; 17 (1): 109-23.
45. Scalbert A, Johnson IT, Saltmarsh M. Polyphenols: antioxidants and beyond. *Am J Clin Nutr.* 2005; 81(1 Suppl): 215s-7s.
46. Scalbert A, Manach C, Morand C, Remesy C, Jimenez L. Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2005; 45 (4): 287-306.
47. Connolly DAJ, McHugh MP, Padilla-Zakour OI. Efficacy of a tart cherry juice blend in preventing the symptoms of muscle damage. *Br J Sports Med.* 2006; 40 (8): 679-83.
48. Howatson G, McHugh MP, Hill JA, Brouner J, Jewell AP, Van Someren KA, et al. Influence of tart cherry juice on indices of recovery following marathon running. *Howatson et al. Cherry juice supplementation and Marathon running. Scand J Med Sci Sports.* 2010; 20 (6): 843-52.

49. Kuehl KS, Perrier ET, Elliot DL, Chesnutt JC. Efficacy of tart cherry juice in reducing muscle pain during running: a randomized controlled trial. *J Int Soc Sports Nutr.* 2010; 7: 17.
50. Su QS, Tian Y, Zhang JG, Zhang H. Effects of allicin supplementation on plasma markers of exercise-induced muscle damage, IL-6 and antioxidant capacity. *Eur J Appl Physiol.* 2008; 103 (3): 275-83.
51. McLeay Y, Barnes MJ, Mundel T, Hurst SM, Hurst RD, Stannard SR. Effect of New Zealand blueberry consumption on recovery from eccentric exercise-induced muscle damage. *J Int Soc Sports Nutr.* 2012; 9 (1): 19.
52. Bloomer RJ, Fry A, Schilling B, Chiu L, Hori N, Weiss L. Astaxanthin supplementation does not attenuate muscle injury following eccentric exercise in resistance-trained men. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2005; 15 (4): 401-12.
53. Meamarbashi A, Rajabi A. Preventive Effects of 10-Day Supplementation With Saffron and Indomethacin on the Delayed-Onset Muscle Soreness. *Clin J Sport Med.* 2014.
54. Trombold JR, Barnes JN, Critchley L, Coyle EF. Ellagitannin consumption improves strength recovery 2-3 d after eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2010; 42 (3): 493-8.
55. Lenn J, Uhl T, Mattacola C, Boissonneault G, Yates J, Ibrahim W, Bruckner G. The effects of fish oil and isoflavones on delayed onset muscle soreness. *Med Sci Sports Exerc.* 2002; 34 (10): 1605-13.
56. Trombold JR, Reinfeld AS, Casler JR, Coyle EF. The effect of pomegranate juice supplementation on strength and soreness after eccentric exercise. *J Strength Cond Res.* 2011; 25 (7): 1782-8.
57. Roengrit T, Wannanon P, Prasertsri P, Kanpetta Y, Sripanikulchai BO, Leelayuwat N. Antioxidant and anti-nociceptive effects of Phyllanthus amarus on improving exercise recovery in sedentary men: a randomized crossover (double-blind) design. *J Int Soc Sports Nutr.* 2014; 11 (1): 9.
58. O'Fallon KS, Kaushik D, Michniak-Kohn B, Dunne CP, Zambraski EJ, Clarkson PM. Effects of quercetin supplementation on markers of muscle damage and inflammation after eccentric exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2012; 22 (6): 430-7.
59. Laupheimer MW, Perry M, Benton S, Malliaras P, Maffulli N. Resveratrol exerts no effect on inflammatory response and delayed onset muscle soreness after a marathon in male athletes: A randomised, double-blind, placebo-controlled pilot feasibility study. *Transl Med UniSa.* 2014; 10: 38-42.
60. Meamarbashi A, Abedini F. Preventive effects of purslane extract on delayed onset muscle soreness induced by one session bench-stepping exercise. *Isokinet Exerc Sci.* 2011; 19 (3): 199-206.
61. Ferretti G, Bacchetti T, Belleggia A, Neri D. Cherry antioxidants: from farm to table. *Molecules.* 2010; 15 (10): 6993-7005.
62. Chaovanalikit A, Wrolstad RE. Total anthocyanins and total phenolics of fresh and processed cherries and their antioxidant properties. *J Food Sci.* 2004; 69 (1): FCT67-FCT72.
63. Tezcan F, Gültekin-Özgülven M, Diken T, Özçelik B, Erim FB. Antioxidant activity and total phenolic, organic acid and sugar content in commercial pomegranate juices. *Food Chem.* 2009; 115 (3): 873-7.
64. Landete JM. Ellagitannins, ellagic acid and their derived metabolites: A review about source, metabolism, functions and health. *Food Res Int.* 2011; 44 (5): 1150-60.
65. Castrejón ADR, Eichholz I, Rohn S, Kroh LW, Huyskens-Keil S. Phenolic profile and antioxidant activity of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) during fruit maturation and ripening. *Food Chem.* 2008; 109 (3): 564-72.
66. Prior RL, Cao G, Martin A, Sofic E, McEwen J, O'Brien C, Lischner N, Ehlenfeldt M, Krewer G, Mainland M. Antioxidant Capacity As Influenced by Total Phenolic and Anthocyanin Content, Maturity, and Variety of *Vaccinium* Species. *J Agric Food Chem.* 1998; 46 (7): 2686-93.
67. Karimi E, Oskoueian E, Hendra R, Jaafar HZ. Evaluation of *Crocus sativus* L. stigma phenolic and flavonoid compounds and its antioxidant activity. *Molecules.* 2010; 15 (9): 6244-56.
68. Papatreou MA, Kanakis CD, Polissiou MG, Efthimiopoulos S, Cordopatis P, Margaritis M, Lamari FN. Inhibitory activity on amyloid-beta aggregation and antioxidant properties of *Crocus sativus* stigmas extract and its crocin constituents. *J Agric Food Chem.* 2006; 54 (23): 8762-8.
69. Vaidya V, Ingold KU, Pratt DA. Garlic: source of the ultimate antioxidants--sulfenic acids. *Angew Chem Int Ed Engl.* 2009; 48 (1): 157-60.
70. Hussein G, Sankawa U, Goto H, Matsumoto K, Watanabe H. Astaxanthin, a Carotenoid with Potential in Human Health and Nutrition. *J Nat Prod.* 2005; 69 (3): 443-9.
71. Hamalainen M, Nieminen R, Vuorela P, Heinonen M, Moilanen E. Anti-inflammatory effects of flavonoids: genistein, kaempferol, quercetin, and daidzein inhibit STAT-1 and NF-kappaB activations, whereas flavone, isorhamnetin, naringenin, and pelargonidin inhibit only NF-kappaB activation along with their inhibitory effect on iNOS expression and NO production in activated macrophages. *Mediators Inflamm.* 2007; 45673, 10 pages.
72. Steinberg FM, Guthrie NL, Villablanca AC, Kumar K, Murray MJ. Soy protein with isoflavones has favorable effects on endothelial function that are independent of lipid and antioxidant effects in healthy postmenopausal women. *Am J Clin Nutr.* 2003; 78 (1): 123-30.
73. Ali SS, Kasoju N, Luthra A, Singh A, Sharanabasava H, Sahu A, Bora U. Indian medicinal herbs as sources of antioxidants. *Food Res Int.* 2008; 41 (1): 1-15.
74. Patel JR, Tripathi P, Sharma V, Chauhan NS, Dixit VK. *Phyllanthus amarus*: Ethnomedicinal uses, phytochemistry and pharmacology: A review. *J Ethnopharmacol.* 2011; 138 (2): 286-313.
75. Ahmad A, Khan MM, Hoda MN, Raza SS, Khan MB, Javed H, Ishrat T, Ashfaq M, Ahmad ME, Safhi MM, Islam F. Quercetin protects against oxidative stress associated damages in a rat model of transient focal cerebral ischemia and reperfusion. *Neurochem Res.* 2011; 36 (8): 1360-71.
76. Gülçin İ. Antioxidant properties of resveratrol: A structure-activity insight. *Innov Food Sci Emerg Technol.* 2010; 11 (1): 210-8.
77. Dkhil MA, Moniem AEA, Al-Quraishy S, Saleh RA. Antioxidant effect of purslane (*Portulaca oleracea*) and its mechanism of action. *J Med Plant Re.* 2011; 5 (9): 1589-93.
78. McBrier NM, Vairo GL, Bagshaw D, Lekan JM, Bordi PL, Kris-Etherton PM. Cocoa-based protein and carbohydrate drink decreases perceived soreness after exhaustive aerobic exercise: A pragmatic preliminary analysis. *J Strength Cond Res.* 2010; 24 (8): 2203-10.
79. Peschek K, Pritchett R, Bergman E, Pritchett K. The effects of acute post exercise consumption of two cocoa-based beverages with varying flavanol content on indices of muscle recovery following downhill treadmill running. *Nutrients.* 2014; 6 (1): 50-62.
80. Maridakis V, O'Connor PJ, Dudley GA, McCully KK. Caffeine attenuates delayed-onset muscle pain and force loss following eccentric exercise. *Pain.* 2007; 8 (3): 237-43.
81. Hurley CF, Hatfield DL, Riebe DA. The effect of caffeine ingestion on delayed onset muscle soreness. *J Strength Cond Res.* 2013; 27 (11): 3101-9.
82. Nobahar M. Effect of caffeine consumption and aerobic exercise on delayed onset muscle soreness. *Adv Environ Biol.* 2013; 7 (11): 3440-3.
83. Nobahar M. The effect of caffeine consumption on creatine kinase levels following eccentric exercise. *Adv Environ Biol.* 2014; 7 (13): 4512-5.
84. da Silva LA, Tromm CB, Bom KF, Mariano I, Pozzi B, da Rosa GL, Tuon T, da Luz G, Vuolo F, Petronilho, Cassiano W, De Souza CT, Pinho RA. Effects of taurine supplementation following eccentric exercise in young adults. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2014; 39 (1): 38-46.
85. Ra SG, Miyazaki T, Ishikura K, Nagayama H, Komine S, Nakata Y, Maeda S, Matsuzaki Y, Ohmori H. Combined effect of branched-chain amino acids and taurine supplementation on delayed onset muscle soreness and muscle damage in hi-

- gh-intensity eccentric exercise. *J Int Soc Sports Nutr.* 2013; 10 (1): 51.
86. Kingsley MI, Kilduff LP, McEneny J, Dietzig RE, Benton D. Phosphatidylserine supplementation and recovery following downhill running. *Med Sci Sports Exerc.* 2006; 38 (9): 1617-25.
 87. Kerksick CM, Kreider RB, Willoughby DS. Intramuscular adaptations to eccentric exercise and antioxidant supplementation. *Amino Acids.* 2010; 39 (1): 219-32.
 88. Arent SM, Senso M, Golem DL, McKeever KH. The effects of theaflavin-enriched black tea extract on muscle soreness, oxidative stress, inflammation, and endocrine responses to acute anaerobic interval training: a randomized, double-blind, crossover study. *J Int Soc Sports Nutr.* 2010; 7 (1): 11.
 89. Latif R. Chocolate/cocoa and human health: a review. *Neth J Med.* 2013; 71 (2): 63-8.
 90. Devasagayam TP, Kesavan PC. Radioprotective and antioxidant action of caffeine: mechanistic considerations. *Indian J Exp Biol.* 1996; 34 (4): 291-7.
 91. Miyazaki T, Matsuzaki Y, Ikegami T, Miyakawa S, Doy M, Tanaka N, Bouscarel B. Optimal and effective oral dose of taurine to prolong exercise performance in rat. *Amino Acids.* 2004; 27 (3-4): 291-8.
 92. Latorraca S, Piersanti P, Tesco G, Piacentini S, Amaducci L, Sorbi S. Effect of phosphatidylserine on free radical susceptibility in human diploid fibroblasts. *J Neural Transm Park Dis Dement Sect.* 1993; 6 (1): 73-7.
 93. Leung LK, Su Y, Chen R, Zhang Z, Huang Y, Chen ZY. Theaflavins in black tea and catechins in green tea are equally effective antioxidants. *J Nutr.* 2001; 131 (9): 2248-51.
 94. Higdon JV, Frei B. Tea catechins and polyphenols: health effects, metabolism, and antioxidant functions. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2003; 43 (1): 89-143.
 95. Bloomer RJ. The role of nutritional supplements in the prevention and treatment of resistance exercise-induced skeletal muscle injury. *Sports Med.* 2007; 37 (6): 519-32.
 96. Bowtell JL, Summers DP, Dyer A, Fox P, Mileva KN. Montmorency cherry juice reduces muscle damage caused by intensive strength exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011; 43 (8): 1544-51.
 97. Drobnic F, Riera J, Appendino G, Togni S, Franceschi F, Valle X, Pons A, Tur J. Reduction of delayed onset muscle soreness by a novel curcumin delivery system (Meriva®): a randomized, placebo-controlled trial. *J Int Soc Sports Nutr.* 2014; 11:31.
 98. Goldfarb AH, Garten RS, Cho C, Chee PD, Chambers LA. Effects of a fruit/berry/vegetable supplement on muscle function and oxidative stress. *Med Sci Sports Exerc.* 2011; 43 (3): 501-8.
 99. Rynders CA, Weltman JY, Rynders SD, Patrie J, McKnight J, Katch FI, Hertel J, Weltman A. Effect of an herbal/botanical supplement on recovery from delayed onset muscle soreness: a randomized placebo-controlled trial. *J Int Soc Sports Nutr.* 2014; 11:27.
 100. Udani JK, Singh BB, Singh VJ, Sandoval E. BounceBack capsules for reduction of DOMS after eccentric exercise: a randomized, double-blind, placebo-controlled, crossover pilot study. *J Int Soc Sports Nutr.* 2009; 6:14.
 101. S MK, Priyadarsini KI, Venkatesan P, Rao MN. Free radical scavenging ability and antioxidant efficiency of curcumin and its substituted analogue. *Biophys Chem.* 1999; 80 (2): 85-91.



Revisión

Macronutrientes, ingesta de alimentos y peso corporal; papel de la grasa.

Jesús Alcalá-Bejarano Carrillo¹, María Dolores Yago Torregrosa¹, Mariano Mañas Almendros¹,
María Belén López Millán¹, María Alba Martínez Burgos¹ y Emilio Martínez de Victoria Muñoz¹

¹Departamento de Fisiología, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Granada, España.

Resumen

Introducción: “Globesity” es el término que la Organización Mundial de la Salud (OMS) emplea para denominar el progresivo aumento de la obesidad experimentado desde los últimos 40 años en los países desarrollados y cuyo contagio a los países en vías de desarrollo ha sido inevitable. Esta situación ha llevado a los gobiernos y organizaciones internacionales de todo el mundo a plantear estrategias destinadas a frenar dicha epidemia.

Objetivo: Recopilar los conocimientos más actuales que se tienen de la relación entre los macronutrientes (en especial de la grasa y los sistemas de liberación de lípidos) y la secreción de péptidos gastrointestinales relacionados con la saciedad y saciación.

Metodología: Se realizó una búsqueda bibliográfica basada en la combinación de términos MeSH en Medline (vía PubMed) y en LILACs mediante DeCS, así como una selección de otros artículos relacionados con la temática de la revisión.

Resultados y discusión: Actualmente, numerosos laboratorios públicos y privados se encuentran investigando diversos ingredientes bioactivos relacionados con la regulación del apetito. Destacan los relacionados con la grasa ingerida y la forma en que esta puede ser tratada físicamente, sobre todo emulsiones y estructuras parecidas y su influencia sobre la saciedad y/o disminución de la sensación de hambre.

Conclusiones: Estos ingredientes alimentarios se plantean como el futuro de los alimentos funcionales enfocados a la prevención de la ganancia de peso y ayuda a otras estrategias contra la obesidad (alimentarias, conductuales, etc...).

(Nutr Hosp. 2015;31:46-54)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8439

Palabras clave: *Macronutrientes. Grasa dietética. Emulsiones. Ingesta de alimentos. Peso corporal. Saciedad. Saciación. Péptidos gastrointestinales.*

MACRONUTRIENTS, FOOD INTAKE AND BODY WEIGHT; THE ROLE OF FAT

Abstract

Introduction: “Globesity” is the term that the World Health Organization (WHO) employs to define the growth of obesity in the world from the last 40 years which started in the developed countries and has been inevitably propagated to the developing ones. Governments and international organizations are aware of the problem and they are trying to implement measures to fight it.

Aim: To analyze the current evidence in terms of studies about the relationship between macronutrients (especially fat and lipid release systems) and the secretion of gastrointestinal peptides that are involved with satiety and satiation.

Methods: The search was conducted in Medline (via Pubmed) using different combinations of MeSH terms and in the database LILACs using “DeCS”. A selection of another articles relevant to the review topic was also examined.

Results and discussion: At present, there are several laboratories and industries developing novel bioactive ingredients aimed at the regulation of food intake, with emphasis on those related with fat intake and the different ways in which fat can be technologically processed in order to create structures able to enhance satiety and/or diminish hunger.

Conclusion: These ingredients will be the future of functional foods focused on the prevention of weight gain and the support of other strategies against obesity (dietary, behavioral, etc...).

(Nutr Hosp. 2015;31:46-54)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8439

Key words: *Macronutrients. Dietary fat. Emulsions. Food intake. Body weight. Satiety. Satiation. Gastrointestinal peptides.*

Correspondencia: Jesús Manuel Alcalá-Bejarano Carrillo.
Avda del Conocimiento S/N.
Centro de Investigaciones Biomédicas.
C.P. 18100. Armilla. Granada.
E-mail: jmalbeca@hotmail.es

Recibido: 27-XI-2014.
Aceptado: 17-XII-2014.

Abreviaturas

Sistema nervioso central (CNS)
Amilina (AMY)
Grelina (GRN)
Colecistoquinina (CCK)
Péptido similar al glucagón 1 (GLP-1)
Péptido insulínico dependiente de glucosa (GIP)
Polipéptido pancreático (PP)
Péptido tirosina tirosina (PYY)
Leptina (LEP)
Insulina (INS)
Aminoácidos (AA)
Ácidos grasos libres (FFA)
Ácidos grasos de cadena larga (LCFA)

Introducción

A finales de los 80 y principios de los 90 se empezaron a relacionar de forma directa los alimentos con distintas enfermedades, y ya en el siglo XXI se propuso la denominada nutrición optimizada, que consiste en maximizar las funciones fisiológicas y psicológicas a través de la alimentación¹.

Para concretar los conceptos sobre alimentos funcionales a nivel europeo el *International Life Science Institute* (ILSI), dentro del proyecto denominado *Functional Food Science in Europe* (FUFOSE), propuso que un alimento puede ser considerado como funcional cuando muestra un efecto beneficioso sobre una o más funciones diana del organismo, más allá de unos adecuados efectos nutricionales, de forma que mejora el estado de salud del individuo y de bienestar y/o reduce el riesgo de padecer una enfermedad².

Si nos referimos al efecto saciante de los alimentos, hay que comentar que normalmente el principal problema radica en el hecho de que una alta palatabilidad se relaciona con una alta densidad energética y poca capacidad de saciedad y a la inversa. Lo ideal serían alimentos con una alta palatabilidad y saciedad y una baja densidad energética³, siendo éste el objetivo de la mayoría de las industrias alimentarias en el desarrollo de alimentos para el control de peso.

En cuanto a los ingredientes que pueden formar parte de los alimentos funcionales que persiguen contribuir al control del peso, algunos de los más importantes se recogen en la Tabla I, junto con los mecanismos fisiológicos (uno o varios) que se atribuye a cada uno. Además, recientemente se están investigando una serie de péptidos bioactivos que también pueden formar parte de dichos alimentos funcionales⁴.

Metodología

Para elaborar esta revisión se ha realizado una búsqueda en la base de datos Medline (vía PubMed) con

Tabla I

Ingredientes alimentarios y alimentos que potencialmente se pueden considerar como funcionales en el campo de la regulación del peso corporal

<i>Alimento/ingrediente</i>	<i>Mecanismos</i>
Soja	Saciedad y saciación
Alimentos con bajo índice glucémico	
Triglicéridos de cadena media	
Ácidos grasos poliinsaturados	
Alimentos ricos en fibra	
Lácteos bajos en grasa	Fisiología del adipocito
Edulcorantes bajos en calorías	
Compuestos fenólicos	
Triglicéridos de cadena media	
Sustitutos de grasas	Ingesta energética
Té verde, capsaicina y cafeína	Gasto energético
Oleoil-Estrona	
Extractos de plantas (algas, polifenoles del té y metabolitos de microorganismos)	Lipasa pancreática

Modificado de Riccardy y col.⁵ y Martínez-Augustín y col.⁶

descriptores “MeSH” y en la base de datos LILACs utilizando DeCS, que cubren todos los tópicos relacionados con el efecto de las proteínas, carbohidratos y especialmente con las grasas de la dieta y su influencia sobre el peso corporal, el aprovechamiento digestivo y metabólico de los macronutrientes y distintos mecanismos implicados en la ingesta de alimentos. Se realizaron diversas combinaciones para localizar todos los posibles artículos relacionados con el tema objeto de estudio. Además se han consultado directamente algunas otras publicaciones consideradas como relevantes y revisado las referencias bibliográficas de los estudios recuperados.

Términos de la búsqueda MeSH: “Anti-obesity agents”; “Appetite” OR “Appetite Regulation” OR “Satiety Response” OR “Satiation” OR “Hunger” OR “Food intake”; “Cholecystokinin”; “Dietary Fats” OR “Dietary Fats, Unsaturated” OR “Plant Oils”; “Emulsions” OR “Emulsifying Agents”, “Endocrine system/physiology”; “Gastric inhibitory polypeptide”; “Gastrointestinal Hormones”; “Ghrelin”; “Glucagon-Like Peptide 1”; “Insulin”; “Intestinal Absorption” OR “Digestion”; “Islet Amyloid Polypeptide”; “Leptin”; “Pancreatic Polypeptide”; “Peptide YY”; “Rat” OR “Human” OR “Adult”; “Body weight” OR “Weight loss”; “Food Intake”. Términos de búsqueda DeCS: Dieta alta en grasa; Dieta baja en grasas; Dieta con restricción de grasas; Grasas; Grasas insaturadas en la dieta; Grasas no saturadas en la dieta; Grasas vegetales; Agentes emulsionantes; Emulsionantes; Emulsiones; Células endocrinas gastrointestinales; Receptores de péptidos gastrointestinales; Grelina; Hormona liberadora de insulina dependiente de glucosa; Insulina; Leptina; péptido 1 similar al glucagón; péptido yy;

Polipéptido pancreático; Cck-8; Agentes para pérdida de peso; Pérdida de peso; Peso corporal; Reducción de peso; Ingestión de alimentos; Hombres; Rata; ratas; Apetito; Depresores del apetito; regulación del apetito; Respuesta de saciedad; Saciedad; Absorción intestinal.

Nutrientes, saciedad y saciación

En humanos (con algunas excepciones en el caso de determinados nutrientes) se ha observado que de los macronutrientes de la dieta las proteínas son las que inducen una mayor saciedad, seguidas por los carbohidratos y, por último, las grasas^{7,8}.

Los macronutrientes juegan un papel principal en la regulación de la ingesta ya que son las únicas señales que informan al sistema nervioso de que estamos ingiriendo alimentos, pudiendo actuar de forma directa o indirecta, a través de diversos mecanismos, en principio no excluyentes, y que normalmente varían de un nutriente a otro. Estos mecanismos son:

- Actuando de forma directa sobre los centros nerviosos que regulan la ingesta de alimentos, predominantemente sobre el hipotálamo y el tallo encefálico.
- Incidiendo sobre el sistema nervioso periférico, que de forma indirecta va a activar o inhibir diferentes regiones del sistema nervioso central (CNS), antes citadas, relacionadas con la ingesta de alimentos.
- Promoviendo la secreción de péptidos gastrointestinales u otros mediadores endocrinos metabólicos, que juegan un papel fundamental en la regulación de la ingesta y el peso corporal.

Grasa, carbohidratos, proteínas y secreción de péptidos gastrointestinales

En los últimos 50 años, poco a poco se ha ido aclarando la compleja red que supone la regulación de la ingesta de alimentos y del apetito, descubriéndose numerosos péptidos que, además de en el control de la ingesta, participan en diversas funciones digestivas como la motilidad gastrointestinal, digestión y absorción de nutrientes, efecto trófico sobre la mucosa intestinal y secreción de otros péptidos. Sus mecanismos de acción son variados, actuando de forma neurocrina, endocrina, paracrina y autocrina⁹.

De entre todos estos péptidos nos vamos a ceñir a algunos de los más estudiados, como son la amilina (AMY), grelina (GRN), colecistoquinina (CCK), péptido similar al glucagón 1 (GLP-1), péptido insulínico dependiente de glucosa (GIP), polipéptido pancreático (PP) y péptido tirosina tirosina (PYY) todos ellos relacionados con la ingesta a corto plazo y

de las hormonas leptina (LEP) e insulina (INS), más implicadas en la regulación de la ingesta de alimentos a largo plazo.

Amilina (AMY)

El principal estímulo para su secreción es la glucosa, existiendo en humanos una respuesta postprandial rápida que puede elevar los niveles plasmáticos cuatro o cinco veces la concentración plasmática de AMY basal, y que es proporcional a la cantidad de glucosa ingerida¹⁰. También se observa un aumento significativo de su concentración plasmática tras la ingesta de una comida estándar¹¹ o una rica en carbohidratos¹². Respecto al efecto de la grasa dietética sobre la secreción de este péptido, no existen, al día de hoy, estudios en humanos, habiéndose observado en ratones una estimulación de la secreción de este péptido en respuesta a una dieta alta en grasa (IntralipidTM) similar a lo observado en el caso de la insulina¹³.

Colecistoquinina (CCK)

Su secreción es estimulada principalmente por las proteínas^{14,15}, no existiendo acuerdo en si los ácidos grasos estimulan de forma significativa este péptido^{14,15}, siendo los carbohidratos los que inducen una menor liberación^{14,15}. En el caso de la grasa el mayor efecto se observa tras administración de ácidos grasos de cadena larga (>12 carbonos)¹⁶⁻¹⁸. Además, dichos ácidos grasos de cadena larga promueven la liberación de CCK que puede actuar de forma paracrina, sobre receptores específicos localizados en las terminaciones aferentes vagales de la pared intestinal¹⁹.

Hay que señalar que el estudio de Ledebøer y col.²⁰, muestra que existe una mayor secreción de CCK tras la administración intraduodenal de ácidos grasos de cadena larga emulsificados frente a una cantidad equimolar de estos mismos ácidos grasos sin emulsificar.

Péptido insulínico dependiente de glucosa (GIP)

El incremento plasmático postprandial de este péptido es más rápido de lo cabría esperar en base a la interacción de los macronutrientes con las células K, por lo que se ha postulado que la secreción de GIP está en parte mediada por mecanismos nerviosos²¹.

En humanos, su secreción se estimula por la ingestión de comidas mixtas²², así como carbohidratos²² y grasas²³, siendo, dentro de las últimas, más potentes los FFA de cadena larga (>12 carbonos) e insaturados^{23,24}. En humanos, la manteca y la oleína de palma interesterificada (IPO) ocasionan una menor secreción del GIP que el aceite de girasol alto oleico (HOSO) y la oleína de palma (PO)²⁵. Esto sugiere que la conformación de los ácidos grasos en los triglicéridos afecta la secreción

de GIP, ya que la IPO tiene idéntica composición que la PO pero mayor proporción de palmítico en posición sn-2. La proteína de la dieta parece tener poco efecto sobre la secreción de este péptido²², aunque algunos autores han observado que ciertos aminoácidos (AA) libres la favorecen²⁶.

Péptido análogo al glucagón-1 (GLP-1)

La mera presencia de nutrientes en la luz del intestino^{27,28} aumenta la secreción de GLP-1 y su magnitud se correlaciona con el tamaño de la comida²⁹. El principal estímulo es la glucosa a través de las proteínas de transporte sodio-glucosa³⁰. También se estimula por la grasa³¹, especialmente en respuesta a la presencia de ácidos grasos de cadena larga (>12 carbonos)³² y preferentemente monoinsaturados frente a poliinsaturados³³, aunque no está del todo claro hasta qué punto el grado de insaturación influye en la magnitud de la respuesta³⁴. Proteínas y aminoácidos también inducen su secreción^{22,35}.

Grelina (GRN)

La supresión de la secreción de este péptido gástrico se relaciona directamente con las calorías ingeridas en la comida³⁶ y parece depender de la longitud de exposición del intestino delgado (al menos en el caso de la glucosa)³⁷. Respecto a los macronutrientes, en ratas se ha observado el mismo nivel de inhibición con proteínas (caseína y peptona), aceite de maíz, mezcla de triglicéridos de cadena media y dextrosa³⁸, todo ello administrado por vía gástrica. En humanos la mayor inhibición se observa con glucosa³⁹ y proteína⁴⁰, aunque no en todos los estudios⁴¹, siendo el efecto de la grasa menor al de los otros dos macronutrientes^{42,43}. En ratas se ha observado una mayor supresión de la secreción de GRN tras la administración intraduodenal de FFA de cadena larga (12 carbonos) en comparación con los de cadena corta (10 carbonos)⁴⁴.

Insulina (INS)

Las concentraciones plasmáticas son bajas en ayunas y aumentan tras la comida debido principalmente a la ingesta de nutrientes como monosacáridos (glucosa), aminoácidos y FFA de cadena larga⁴⁵, siempre que la glucemia sea normal. Las concentraciones circulantes de esta hormona son proporcionales a los depósitos corporales de grasa⁴⁶.

Polipéptido pancreático (PP)

La secreción de PP está claramente mediada, al menos en parte, por una respuesta vagal tras la ingesta

de alimento^{47,48} y es estimulada por glucosa⁴⁹, por una comida estándar mixta^{50,51} o rica en proteína⁵² o en grasa⁵³.

Péptido tirosina tirosina (PYY)

En respuesta a la grasa, el aumento en las concentraciones plasmáticas de este péptido es muy significativo^{54,55}. Parece ser que los FFA de cadena larga (>12 carbonos)⁴⁴ y dentro de estos los monoinsaturados⁵⁶ inducen una mayor secreción.

Leptina (LEP)

De acuerdo con algunos estudios, la secreción de esta hormona no se modifica significativamente tras la ingesta de una comida mixta⁵⁷, aunque otros autores han descrito aumentos ligeros después de 6 h de un desayuno rico en grasa⁵⁸ y tras 4 horas después de una comida rica en carbohidratos⁵⁹.

Grasa, saciedad y saciación

Los factores que determinan la digestión y absorción de la grasa, y que van a repercutir en la acción que este macronutriente tiene sobre la saciedad y saciación son⁶⁰⁻⁶⁴:

- El tipo de grasa, siendo los triglicéridos con ácidos grasos de cadena corta más fáciles de absorber que los de cadena larga.
- El estado de cristalización de los ácidos grasos, ya que tienen más probabilidad de formar cristales cuando tienen más de 16 carbonos.
- La presencia de galactolípidos que favorecen la formación de cristales y “atrapan” los ácidos grasos libres disminuyendo su absorción y permitiendo que alcancen porciones más distales del intestino.
- La posición del ácido graso en el triglicérido determina si se absorbe como FFA o diacilglicérido.
- Incorporación de la grasa, normalmente emulsionada, en la matriz alimentaria o presentación como emulsión externa acuosa, siendo en el último caso más fácil la digestión cuanto más pequeñas sean las gotículas de grasa, ya que de esta forma la lipasa tiene más fácil acceso.

Las grasas son capaces de ser detectadas ya a nivel oral, debido principalmente a los receptores CD36, que son un tipo de receptores acoplados a proteínas G (GPR) y que intervienen en la detección de los ácidos grasos de cadena larga (LCFA) los cuales se asocian con respuestas relacionadas con la recompensa (lo que puede derivar en una preferencia hacia el consumo de grasas) y otras respuestas como un aumento de los tri-

glicéridos plasmáticos, inducción de la lipasa gástrica y enzimas pancreáticas, y liberación de péptidos gastrointestinales⁶⁵.

Una vez liberados y absorbidos los LCFA, pueden pasar a la sangre y llegar al CNS donde son captados por las neuronas del hipotálamo gracias a los transportadores CD36 o FATP1 o penetrando por difusión simple, siendo esterificados (LCFA-CoA) por las acyl-CoA sintetasas y transportados a la mitocondria –vía carnitina palmitoil transferasa 1 y 2 (CPT-1 y CPT-2)– donde sufren β -oxidación hasta malonil-CoA. Este último (que puede provenir tanto de ácidos grasos como de glucosa), cuando se acumula en gran cantidad inhibe la CPT1, con lo cual no se transportarán más LCFA-CoA a la mitocondria y esto produce a nivel hipotalámico inhibición de la ingesta; por otro lado se da una interacción con receptores N-metil-D-aspartato (relacionados con la sensibilidad a lípidos) en las neuronas del complejo dorsal vagal (DVC), gracias a lo cual se envían órdenes vía eferencias vagales para que se inhiba la producción hepática de glucosa⁶⁶. Además, recientemente se ha observado la implicación de uno de los productos de la degradación del ácido oleico absorbido por el enterocito, la oleiletanolamida (OEA), capaz de interactuar con el PPAR- α a su vez relacionado con aferencias vagales que envían información al CNS promoviendo una mayor saciedad y que posteriormente hacen que se generen señales centrales que se transmiten por vías simpáticas hasta el sistema digestivo y que favorecen la producción de OEA⁶⁷.

En condiciones normales, la mayor parte de la grasa de la dieta se digiere y absorbe antes de alcanzar el yeyuno, activándose en dicho tránsito mecanismos que promueven la saciedad como una disminución en el vaciado gástrico o un aumento de las concentraciones plasmáticas de la CCK, hormona que también influye en el vaciado gástrico, y del PYY⁶⁸⁻⁷³. Las comidas abundantes y el estado sólido de la grasa incluida en el alimento pueden favorecer la llegada de fracciones sin absorber de este macronutriente a las partes más distales del intestino^{74,75}. La presencia de este nutriente en estos segmentos distales activa mecanismos que desencadenan cambios funcionales como una disminución de la motilidad intestinal y/o un aumento en la secreción de GLP-1 y PYY estímulos implicados en el freno ileal, y cuya consecuencia es una disminución de la ingesta de alimentos⁷⁶⁻⁷⁹.

Por otro lado, también es importante la actividad de la lipasa pancreática sobre los triglicéridos de la dieta, ya que una inhibición de la actividad de esta enzima disminuye la secreción de CCK y aumenta la velocidad de vaciado gástrico, lo que teóricamente disminuye la sensación de saciedad y también la absorción de los lípidos^{80,81}. Además, se ha observado como un inhibidor de la actividad colipasa, el Dimethylaminoethyl-dodecylether o “Dimaele”, provoca una disminución de la ingesta en ratas, promoviendo, además, mayor síntesis de lipasa y colipasa por el páncreas exocrino,

como efecto compensador, así como un aumento de la secreción de CCK⁸².

En general, parece ser que la inhibición de la ingesta por la grasa alimentaria está relacionada de forma directa con la superficie intestinal expuesta a ella⁸³⁻⁸⁵.

La situación en condiciones reales es mucho más compleja ya que entran en juego factores relacionados con el componente de placer que provocan los alimentos a nivel central, lo que hace que se puedan rebasar los mecanismos homeostáticos que controlan la ingesta^{86,87}.

Por último, conviene mencionar que, pese a que tradicionalmente se ha considerado que la grasa tiene menor efecto saciante que los hidratos de carbono y la proteína, a día de hoy esta afirmación sigue siendo objeto de debate⁸⁸. Además, muchos autores han relacionado la obesidad con la ingesta de grasa^{89,90} y se ha postulado que este macronutriente produce una atenuación de los mecanismos que desencadenan saciedad⁹¹⁻⁹³. Hoy en día se está cuestionando si dicho nutriente juega un papel tan determinante en la obesidad o constituye un factor de distracción en el estudio de dicha enfermedad⁹⁴.

Sistemas de liberación de lípidos (tecnología de las emulsiones lipídicas), secreción de péptidos gastrointestinales y saciedad

La industria alimentaria es consciente, gracias a los resultados de distintos estudios, de que la saciedad se puede modificar dependiendo del tramo intestinal donde se liberen los ácidos grasos⁹⁵⁻⁹⁷, hecho que a su vez depende del grado de emulsión de la grasa. Actualmente existe un extenso campo para el desarrollo de este tipo de manipulaciones tecnológicas de la grasa dietética⁹⁸ que puedan tener un efecto inhibitorio de la ingesta de alimentos^{68,99}. Se están estudiando diferentes modelos entre los que se incluyen: emulsiones convencionales, pequeños o grandes agregados emulsionados y esferas rellenas de microgel¹⁰⁰.

Respecto al perfil de ácidos grasos de las emulsiones, se ha observado un aumento del poder saciante cuando predominan los ácidos grasos de cadena larga (más de 12 carbonos)¹⁰¹ y con un alto nivel de insaturación¹⁰².

Estudios en humanos

En el estudio de Armand y col.¹⁰³, se ensayaron dos emulsiones administradas intragástricamente, con tamaños de partícula de $0,7 \pm 0,2 \mu\text{m}$ y $10 \pm 0,9 \mu\text{m}$ respectivamente. Se produjo un ligero retraso en la absorción de los productos de la digestión de los triglicéridos en el caso de la emulsión de diámetro más pequeño, relacionado, en este caso, con una disminución del vaciado gástrico, aunque, cuantitativamente, la absorción de grasa no se modificó en ningún momento¹⁰³.

Seimon y col.¹⁰⁴ administraron intraduodenalmente emulsiones con diferentes tamaños de gotículas (0.26, 30 y 170 μm), observándose un mayor efecto de disminución del vaciado gástrico y aumentando significativamente los niveles plasmáticos de CCK y PYY con la emulsión de 0,26 μm , aunque no se encontraron diferencias significativas en la sensación subjetiva de saciedad para ninguna de las emulsiones¹⁰⁴.

Maljaars y col.¹⁰⁵ compararon los efectos que sobre saciedad, hambre y secreción de CCK y PYY tenía la administración intraduodenal y/o intraileal de emulsiones con partículas pequeñas (0.88 μm) o grandes (15.5 μm). Se apreció un aumento de la sensación de saciedad y una disminución en la velocidad de vaciado gástrico con la emulsión de menor tamaño de partícula. Por otro lado, la administración en fleon aumentó la secreción total de CCK, aunque no se vieron diferencias significativas en las concentraciones plasmáticas de PYY ni en la percepción de saciedad¹⁰⁵.

La gran mayoría de los estudios realizados hasta la fecha en humanos se han hecho con emulsiones comerciales, entre las que destaca FabulesTM/OlibraTM. Los estudios de corto plazo con esta emulsión^{89, 106-108}, muestran un aumento de la saciedad así como su contribución al mantenimiento del peso corporal, tras una pérdida en mujeres obesas¹⁰⁹. Por otro lado, no hay resultados concluyentes en otros estudios realizados a corto ¹¹⁰ y largo plazo^{111, 112} o en diferentes formatos de consumo (en agua, con leche y en un *muffin*)¹¹³. Como se resume en la revisión de Appleton y col.¹¹⁴, la variabilidad de resultados puede deberse a la influencia de distintos factores como el tipo de procesado del producto o las distintas dosis utilizadas.

Marciani y col.¹¹⁵ comprobaron como una emulsión que se comporta de forma estable (mantiene sus propiedades) a su paso por el estómago puede producir, en relación a una que es inestable, una disminución en la velocidad del vaciado gástrico y un aumento de la secreción de CCK, así como reducir la contracción de la vesícula biliar. Además, la emulsión estable se asoció a un menor apetito, aunque no se encontraron diferencias en saciedad o sensación de hambre¹¹⁵.

En otro estudio realizado en humanos se utilizaron cuatro tipos de emulsiones: control (Ivelip[®]), aceite de canola estabilizado con estearoil lactilato de sodio (SSL-LO), aceite de canola más aceite hidrogenado de colza y estearoil lactilato (SSL-LO/SF) y un último grupo con canola y colza más una mezcla de caseinato de sodio y monoglicéridos (CasMag). Los mejores resultados se obtuvieron en el grupo CasMag, que mostró un menor aumento postprandial de triglicéridos en plasma, aunque no se observaron diferencias significativas en la secreción postprandial de los péptidos CCK, GLP-1 y PYY con respecto al control¹¹⁶.

Recientemente se ha desarrollado una patente en Estados Unidos¹¹⁶ basada en emulsiones ricas en ácido palmítico y esteárico con lecitina y/o galactolípidos como emulgente. Estas emulsiones son capaces de formar cristales en el intestino delgado, lo que facilita la

llegada de lípidos sin digerir a fleon y en consecuencia la activación de las señales de saciedad previamente mencionadas¹¹⁷.

A pesar de todos los estudios antes expuestos, todavía no existen evidencias científicas relevantes que permitan presentar un producto con alguna alegación funcional acerca de sus propiedades saciantes para el control del peso corporal, por lo menos a corto plazo.

Conclusiones

La grasa puede ser modificada mediante procesos físicos de forma que es posible crear estructuras que puedan liberar sus componentes de forma controlada, modificando la respuesta que se produce en el intestino y que a su vez afecta al resto del organismo. Dentro de esta respuesta se incluyen los péptidos y hormonas liberados en sistema digestivo y glándulas anejas, los cuales han adquirido importancia en los últimos años y de los cuales todavía se desconocen muchos aspectos de su fisiología. Por el momento, los estudios relacionados con dichos componentes o ingredientes alimentarios funcionales no son muy abundantes y, debido a la complejidad de los mecanismos implicados en el binomio saciación-saciedad, no existe un cuerpo de estudios de investigación que muestren de forma clara cambios en la ingesta de alimentos como consecuencia de modificaciones en la concentración plasmática de dichos péptidos. El futuro queda abierto al desarrollo de nuevos componentes que puedan ayudar a frenar el rápido avance de la obesidad que el mundo ha experimentado en los últimos años.

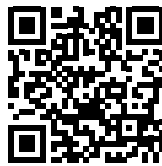
Referencias

1. Milner JA. Functional foods: the US perspective. *Am J Clin Nutr.* 2000; 71 (6 Suppl): 1654S-9S.
2. Diplock AT, Aggett PJ, Ashwell M, Borneo F, Fern EB, Robertfroid MB. Scientific concepts of functional foods in Europe. Consensus document. *Br J Nutr.* 1999; 81:S1-27.
3. Gerstein DE, Woodward-Lopez G, Evans AE, Kelsey K, Drewnowski A. Clarifying concepts about macronutrients effects on satiation and satiety. *J Am Diet Assoc.* 2004; 104 (7): 1151-3.
4. Herrera Chale F, Betancur Ancona D, Segura Campos MR. Dietary bioactive compounds with potential in preventing pathologies related with overweight and obesity; biologically active peptides. *Nutr Hosp.* 2014; 29 (1): 10-20.
5. Riccardi G, Capaldo B, Vaccaro O. Functional foods in the management of obesity and type 2 diabetes. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2005; 8 (6): 630-5.
6. Martínez-Augustín O, Aguilera CM, Gil-Campos M, Sánchez de Medina F, Gil A. Bioactive anti-obesity food components. *Int J Vitam Nutr Res.* 2012; 82(3): 148-56.
7. Bensaïd A, Tome D, Gietzen D, Even P, Morens C, Gausseres N, et al. Protein is more potent than carbohydrate for reducing appetite in rats. *Physiol Behav.* 2002; 75 (4): 577-82.
8. Anderson GH, Moore SE. Dietary proteins in the regulation of food intake and body weight in humans. *J Nutr.* 2004; 134 (4): 974S-9S.
9. Mataix VJ. Nutrición y Alimentación Humana. Madrid: Ergon; 2009.

10. Lutz TA. Amylinergic control of food intake. *Physiol Behav.* 2006; 89 (4): 465-71.
11. Butler PC, Chou J, Carter WB, Wang YN, Bu BH, Chang D, et al. Effects of meal ingestion on plasma amylin concentration in NIDDM and nondiabetic humans. *Diabetes.* 1990; 39(6):752-6.
12. van Hulst KL, Nieuwenhuis MG, Hoppener JW, Lips CJ, Blankenstein MA. Lack of islet amyloid polypeptide/amylin-immunoreactivity in urine collected from healthy volunteers after ingestion of a carbohydrate-rich meal. *Exp Clin Endocrinol.* 1996; 104 (2): 177-9.
13. Qi D, Cai K, Wang O, Li Z, Chen J, Deng B, et al. Fatty acids induce amylin expression and secretion by pancreatic beta-cells. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2010; 298 (1): E99-E107.
14. Hopman WP, Jansen JB, Lamers CB. Comparative study of the effects of equal amounts of fat, protein, and starch on plasma cholecystokinin in man. *Scand J Gastroenterol.* 1985; 20 (7): 843-7.
15. Douglas BR, Woutersen RA, Jansen JB, de Jong AJ, Lamers CB. The influence of different nutrients on plasma cholecystokinin levels in the rat. *Experientia.* 1988; 44 (1): 21-3.
16. McLaughlin JT, Lomax RB, Hall L, Dockray GJ, Thompson DG, Warhurst G. Fatty acids stimulate cholecystokinin secretion via an acyl chain length-specific, Ca²⁺-dependent mechanism in the enteroendocrine cell line STC-1. *J Physiol.* 1998; 513 (Pt 1): 11-8.
17. Feinle C, Rades T, Otto B, Fried M. Fat digestion modulates gastrointestinal sensations induced by gastric distention and duodenal lipid in humans. *Gastroenterology.* 2001; 120 (5): 1100-7.
18. Harden CJ, Jones AN, Maya-Jimenez T, Barker ME, Hepburn NJ, Garaiova I, et al. Effect of different long-chain fatty acids on cholecystokinin release in vitro and energy intake in free-living healthy males. *Br J Nutr.* 2012; 108 (4): 755-8.
19. Lal S, Kirkup AJ, Brunnsden AM, Thompson DG, Grundy D. Vagal afferent responses to fatty acids of different chain length in the rat. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol.* 2001; 281 (4): G907-15.
20. Ledebøer M, Masclee AA, Biemond I, Lamers CB. Differences in cholecystokinin release and gallbladder contraction between emulsified and nonemulsified long-chain triglycerides. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 1999; 23 (4): 203-6.
21. Yavropoulou MP, Yovos JG. Central regulation of glucose-dependent insulinotropic polypeptide secretion. *Vitam and Horm.* 2010; 84.
22. Elliott RM, Morgan LM, Tredger JA, Deacon S, Wright J, Marks V. Glucagon-like peptide-1 (7-36) amide and glucose-dependent insulinotropic polypeptide secretion in response to nutrient ingestion in man: acute post-prandial and 24-h secretion patterns. *J Endocrinol.* 1993; 138 (1): 159-66.
23. Falko JM, Crockett SE, Cataland S, Mazzaferri EL. Gastric inhibitory polypeptide (GIP) stimulated by fat ingestion in man. *J Clin Endocrinol Metab.* 1975; 41 (2): 260-5.
24. Enc FY, Ones T, Akin HL, Dede F, Turoglu HT, Ulfger G, et al. Orlistat accelerates gastric emptying and attenuates GIP release in healthy subjects. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol.* 2009; 296 (3): G482-9.
25. Filippou A, Berry SE, Baumgartner S, Mensink RP, Sanders TA. Palmitic acid in the sn-2 position decreases glucose-dependent insulinotropic polypeptide secretion in healthy adults. *Eur J Clin Nutr.* 2014; 68 (5): 549-54.
26. Thomas FB, Mazzaferri EL, Crockett SE, Mekhjian HS, Gruemer HD, Cataland S. Stimulation of secretion of gastric inhibitory polypeptide and insulin by intraduodenal amino acid perfusion. *Gastroenterology.* 1976; 70 (4): 523-7.
27. Diakogiannaki E, Gribble FM, Reimann F. Nutrient detection by incretin hormone secreting cells. *Physiol Behav.* 2012; 106 (3): 387-93.
28. Lu WJ, Yang Q, Yang L, Lee D, D'Alessio D, Tso P. Chylomicron formation and secretion is required for lipid-stimulated release of incretins GLP-1 and GIP. *Lipids.* 2012; 47 (6): 571-80.
29. Vilsboll T, Krarup T, Sonne J, Madsbad S, Volund A, Juul AG, et al. Incretin secretion in relation to meal size and body weight in healthy subjects and people with type 1 and type 2 diabetes mellitus. *J Clin Endocrinol Metab.* 2003; 88 (6): 2706-13.
30. Ritzel U, Fromme A, Ottleben M, Leonhardt U, Ramadori G. Release of glucagon-like peptide-1 (GLP-1) by carbohydrates in the perfused rat ileum. *Acta Diabetol.* 1997; 34 (1): 18-21.
31. Roberge JN, Brubaker PL. Secretion of proglucagon-derived peptides in response to intestinal luminal nutrients. *Endocrinology.* 1991; 128 (6): 3169-74.
32. Feltrin KL, Little TJ, Meyer JH, Horowitz M, Smout AJ, Wishart J, et al. Effects of intraduodenal fatty acids on appetite, antropyloroduodenal motility, and plasma CCK and GLP-1 in humans vary with their chain length. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2004; 287 (3): R524-33.
33. Thomsen C, Rasmussen O, Lousen T, Holst JJ, Fenselau S, Schrezenmeir J, et al. Differential effects of saturated and monounsaturated fatty acids on postprandial lipemia and incretin responses in healthy subjects. *Am J Clin Nutr.* 1999; 69 (6): 1135-43.
34. Brynes AE, Frost GS, Edwards CM, Ghatei MA, Bloom SR. Plasma glucagon-like peptide-1 (7-36) amide (GLP-1) response to liquid phase, solid phase, and meals of differing lipid composition. *Nutrition.* 1998; 14 (5): 433-6.
35. Herrmann C, Goke R, Richter G, Fehmanc HC, Arnold R, Goke B. Glucagon-like peptide-1 and glucose-dependent insulin-releasing polypeptide plasma levels in response to nutrients. *Digestion.* 1995; 56 (2): 117-26.
36. Callahan HS, Cummings DE, Pepe MS, Breen PA, Matthys CC, Weigle DS. Postprandial suppression of plasma ghrelin level is proportional to ingested caloric load but does not predict intermeal interval in humans. *J Clin Endocrinol Metab.* 2004; 89 (3): 1319-24.
37. Little TJ, Doran S, Meyer JH, Smout AJ, O'Donovan DG, Wu KL, et al. The release of GLP-1 and ghrelin, but not GIP and CCK, by glucose is dependent upon the length of small intestine exposed. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2006; 291 (3): E647-55.
38. Gomez G, Englander EW, Greeley GH, Jr. Nutrient inhibition of ghrelin secretion in the fasted rat. *Regul Pep.* 2004; 117 (1): 33-6.
39. Shiiya T, Nakazato M, Mizuta M, Date Y, Mondal MS, Tanaka M, et al. Plasma ghrelin levels in lean and obese humans and the effect of glucose on ghrelin secretion. *J Clin Endocrinol Metab.* 2002; 87 (1): 240-4.
40. Bowen J, Noakes M, Clifton PM. Appetite regulatory hormone responses to various dietary proteins differ by body mass index status despite similar reductions in ad libitum energy intake. *J Clin Endocrinol Metab.* 2006; 91 (8): 2913-9.
41. Erdmann J, Lippel F, Schusdziaarra V. Differential effect of protein and fat on plasma ghrelin levels in man. *Regul Pept.* 2003; 116 (1-3): 101-7.
42. Foster-Schubert KE, Overduin J, Prudom CE, Liu J, Callahan HS, Gaylinn BD, et al. Acyl and total ghrelin are suppressed strongly by ingested proteins, weakly by lipids, and biphasically by carbohydrates. *J Clin Endocrinol Metab.* 2008; 93 (5): 1971-9.
43. Greenman Y, Golani N, Gilad S, Yaron M, Limor R, Stern N. Ghrelin secretion is modulated in a nutrient- and gender-specific manner. *Clin Endocrinol (Oxf).* 2004;60 (3): 382-8.
44. Feltrin KL, Patterson M, Ghatei MA, Bloom SR, Meyer JH, Horowitz M, et al. Effect of fatty acid chain length on suppression of ghrelin and stimulation of PYY, GLP-2 and PP secretion in healthy men. *Peptides.* 2006; 27 (7):1638-43.
45. Newgard CB, Matschinsky FM. Substrate control of insulin release. In: Jefferson LS, Cherrington AD, Goodman HM, editors. The endocrine pancreas and regulation of metabolism. New York: Oxford University Press; 2001. p. 125-52.
46. Woods SC, Seeley RJ. Insulin as an adiposity signal. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2001; 25 Suppl 5.
47. Schwartz TW. Pancreatic polypeptide: a hormone under vagal control. *Gastroenterology.* 1983; 85(6): 1411-25.

48. Taylor IL, Impicciatore M, Carter DC, Walsh JH. Effect of atropine and vagotomy on pancreatic polypeptide response to a meal in dogs. *Am J Physiol*. 1978; 235(4): E443-7.
49. Sive AA, Vinik AI, van Tonder SV. Pancreatic polypeptide (PP) responses to oral and intravenous glucose in man. *Am J Gastroenterol*. 1979; 71(2): 183-5.
50. Simonian HP, Kresge KM, Boden GH, Parkman HP. Differential effects of sham feeding and meal ingestion on ghrelin and pancreatic polypeptide levels: evidence for vagal efferent stimulation mediating ghrelin release. *Neurogastroenterol Motil*. 2005; 17(3): 348-54.
51. Tasaka Y, Inoue S, Maruno K, Hirata Y. Twenty-four-hour variations of plasma pancreatic polypeptide, insulin and glucagon in normal human subjects. *Endocrinol Jpn*. 1980; 27(4):495-8.
52. Schmid R, Schulte-Frohlinde E, Schusdziarra V, Neubauer J, Stegmann M, Maier V, et al. Contribution of postprandial amino acid levels to stimulation of insulin, glucagon, and pancreatic polypeptide in humans. *Pancreas*. 1992; 7(6): 698-704.
53. Lawson M, Everson GT, Klingensmith W, Kern F, Jr. Coordination of gastric and gallbladder emptying after ingestion of a regular meal. *Gastroenterology*. 1983; 85 (4): 866-70.
54. Essah PA, Levy JR, Sistrun SN, Kelly SM, Nestler JE. Effect of macronutrient composition on postprandial peptide YY levels. *J Clin Endocrinol Metab*. 2007; 92 (10): 4052-5.
55. MacIntosh CG, Andrews JM, Jones KL, Wishart JM, Morris HA, Jansen JB, et al. Effects of age on concentrations of plasma cholecystokinin, glucagon-like peptide 1, and peptide YY and their relation to appetite and pyloric motility. *Am J Clin Nutr*. 1999; 69 (5): 999-1006.
56. Serrano P, Yago MD, Manas M, Calpena R, Mataix J, Martinez-Victoria E. Influence of type of dietary fat (olive and sunflower oil) upon gastric acid secretion and release of gastrin, somatostatin, and peptide YY in man. *Dig Dis Sci*. 1997; 42 (3): 626-33.
57. Karl JP, Young AJ, Montain SJ. Eating rate during a fixed-portion meal does not affect postprandial appetite and gut peptides or energy intake during a subsequent meal. *Physiol Behav*. 2011; 102 (5): 524-31.
58. Imbeault P, Doucet E, Mauriege P, St-Pierre S, Couillard C, Almeras N, et al. Difference in leptin response to a high-fat meal between lean and obese men. *Cli Sci*. 2001; 101(4): 359-65.
59. Romon M, Lebel P, Velly C, Marecaux N, Fruchart JC, Dallengueville J. Leptin response to carbohydrate or fat meal and association with subsequent satiety and energy intake. *Am J Physiol*. 1999; 277 (5 Pt 1): E855-61.
60. Knutson L, Koenders DJ, Fridblom H, Viberg A, Sein A, Lennernas H. Gastrointestinal metabolism of a vegetable-oil emulsion in healthy subjects. *Am J Clin Nutr*. 2010; 92(3): 515-24.
61. Gunstone FD, Harwood JL, Dijkstra AJ. The Lipid Handbook 3rd edition. Florida: CRC Press; 2007.
62. Mela DJ. Novel food technologies: enhancing appetite control in liquid meal replacers. *Obesity*. 2006; 14 Suppl 4: 179S-81S.
63. Ramirez M, Amate L, Gil A. Absorption and distribution of dietary fatty acids from different sources. *Early Hum Dev*. 2001; 65 Suppl: S95-S101.
64. Salvia-Trujillo L, Qian C, Martin-Belloso O, McClements DJ. Influence of particle size on lipid digestion and beta-carotene bioaccessibility in emulsions and nanoemulsions. *Food Chem*. 2013; 141(2): 1472-80.
65. Duca FA, Sakar Y, Covasa M. The modulatory role of high fat feeding on gastrointestinal signals in obesity. *J Nutr Biochem*. 2013; 24(10): 1663-77.
66. Lam TK, Schwartz GJ, Rossetti L. Hypothalamic sensing of fatty acids. *Nature Neurosci*. 2005; 8 (5): 579-84.
67. Piomelli D. A fatty gut feeling. *Trends Endocrinol Metab*. 2013; 24 (7): 332-41.
68. Feinle C, Christen M, Grundy D, Faas H, Meier O, Otto B, et al. Effects of duodenal fat, protein or mixed-nutrient infusions on epigastric sensations during sustained gastric distension in healthy humans. *Neurogastroent Motil*. 2002; 14 (2): 205-13.
69. Mattes RD. The role of macronutrients in appetite regulation. *Can J Diet Pract Res*. 2007; 68 (2).
70. McFadden DW, Rudnicki M, Kuvshinoff B, Fischer JE. Postprandial peptide YY release is mediated by cholecystokinin. *Surg Gynecol Obstet*. 1992; 175 (2): 145-50.
71. Mackie AR, Rafiee H, Malcolm P, Salt L, van Aken G. Specific food structures suppress appetite through reduced gastric emptying rate. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*. 2013; 304 (11): G1038-43.
72. Little TJ, Russo A, Meyer JH, Horowitz M, Smyth DR, Bellon M, et al. Free fatty acids have more potent effects on gastric emptying, gut hormones, and appetite than triacylglycerides. *Gastroenterology*. 2007; 133 (4): 1124-31.
73. Van Citters GW, Lin HC. Ileal brake: neuropeptidergic control of intestinal transit. *Curr Gastroenterol Rep*. 2006; 8 (5): 367-73.
74. Meyer JH, Hlinka M, Khatibi A, Raybould HE, Tso P. Role of small intestine in caloric compensations to oil premeals in rats. *Am J Physiol-Reg*. 1998; 275 (4): R1320-R33.
75. Lin TM, Karvinen E, Ivy AC. Relation of dietary fat to the absorption and elimination of exogenous and endogenous cholesterol. *Am J Physiol*. 1955; 183 (1):86-90.
76. Lin HC, Zhao XT, Wang L, Wong H. Fat-induced ileal brake in the dog depends on peptide YY. *Gastroenterology*. 1996; 110 (5): 1491-5.
77. Maljaars PWJ, Symersky T, Kee BC, Haddeman E, Peters HPF, Masclee AAM. Effect of ileal fat perfusion on satiety and hormone release in healthy volunteers. *Int J Obes*. 2008; 32 (11): 1633-9.
78. Maljaars PWJ, Peters HPF, Mela DJ, Masclee AAM. Ileal brake: A sensible food target for appetite control. A review. *Physiol Behav*. 2008; 95 (3): 271-81.
79. Spiller RC, Trotman IF, Higgins BE, Ghatei MA, Grimble GK, Lee YC, et al. The Ileal Brake - Inhibition of Jejunal Motility after Ileal Fat Perfusion in Man. *Gut*. 1984; 25 (4): 365-74.
80. Hildebrand P, Petrig C, Burckhardt B, Ketterer S, Lengsfeld H, Fleury A, et al. Hydrolysis of dietary fat by pancreatic lipase stimulates cholecystokinin release. *Gastroenterology*. 1998; 114 (1): 123-9.
81. Meyer JH, Elashoff JD, Lake R. Gastric emptying of indigestible versus digestible oils and solid fats in normal humans. *Dig Dis Sci*. 1999; 44 (6): 1076-82.
82. Mei J, Lindqvist A, Krabisch L, Rehfeld JF, Erlanson-Albertsson C. Appetite suppression through delayed fat digestion. *Physiol Behav*. 2006; 89 (4): 563-8.
83. Meyer JH, Tabrizi Y, DiMaso N, Hlinka M, Raybould HE. Length of intestinal contact on nutrient-driven satiety. *Am J Physiol Reg*. 1998; 275 (4): R1308-R19.
84. Lin HC, Doty JE, Reedy TJ, Meyer JH. Inhibition of Gastric-Emptying by Sodium Oleate Depends on Length of Intestine Exposed to Nutrient. *Am J Physiol*. 1990; 259 (6): G1031-G6.
85. Borovicka J, Schwizer W, Guttmann G, Hartmann D, Kosinski M, Wastiel C, et al. Role of lipase in the regulation of postprandial gastric acid secretion and emptying of fat in humans: a study with orlistat, a highly specific lipase inhibitor. *Gut*. 2000; 46 (6): 774-81.
86. Lowe MR, Levine AS. Eating motives and the controversy over dieting: eating less than needed versus less than wanted. *Obes Res*. 2005; 13 (5): 797-806.
87. Blundell JE, Stubbs RJ, Golding C, Croden F, Alam R, Whybrow S, et al. Resistance and susceptibility to weight gain: Individual variability in response to a high-fat diet. *Physiol Behav*. 2005; 86 (5): 614-22.
88. Blundell JE, MacDiarmid JI. Fat as a risk factor for overconsumption: satiation, satiety, and patterns of eating. *J Am Diet Assoc*. 1997; 97 (7 Suppl): S63-9.
89. Burns AA, Livingstone MB, Welch RW, Dunne A, Reid CA, Rowland IR. The effects of yoghurt containing a novel fat emulsion on energy and macronutrient intakes in non-overweight, overweight and obese subjects. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2001; 25 (10): 1487-96.

90. Westerterp-Plantenga MS, Rolland V, Wilson SA, Westerterp KR. Satiety related to 24 h diet-induced thermogenesis during high protein/carbohydrate vs high fat diets measured in a respiration chamber. *Eur J Clin Nutr.* 1999; 53 (6): 495-502.
91. Boyd KA, O'Donovan DG, Doran S, Wishart J, Chapman IM, Horowitz M, et al. High-fat diet effects on gut motility, hormone, and appetite responses to duodenal lipid in healthy men. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol.* 2003; 284 (2): G188-96.
92. Cunningham KM, Daly J, Horowitz M, Read NW. Gastrointestinal adaptation to diets of differing fat composition in human volunteers. *Gut.* 1991; 32 (5): 483-6.
93. French SJ, Murray B, Rumsey RD, Fadzlin R, Read NW. Adaptation to high-fat diets: effects on eating behaviour and plasma cholecystokinin. *Br J Nutr.* 1995; 73 (2): 179-89.
94. Willett WC. Dietary fat plays a major role in obesity: no. *Obes Rev.* 2002; 3 (2): 59-68.
95. Welch IM, Sepple CP, Read NW. Comparisons of the effects on satiety and eating behaviour of infusion of lipid into the different regions of the small intestine. *Gut.* 1988; 29 (3): 306-11.
96. Welch I, Saunders K, Read NW. Effect of ileal and intravenous infusions of fat emulsions on feeding and satiety in human volunteers. *Gastroenterology.* 1985; 89 (6): 1293-7.
97. Meyer JH, Hlinka M, Tabrizi Y, DiMaso N, Raybould HE. Chemical specificities and intestinal distributions of nutrient-driven satiety. *Am J Physiol.* 1998; 275 (4 Pt 2): R1293-307.
98. Jiménez-Colmenero F. Emulsiones múltiples; compuestos bioactivos y alimentos funcionales. *Nutr Hosp.* 2013; 28 (5): 1413-1421.
99. McClements DJ, Decker EA, Park Y, Weiss J. Structural design principles for delivery of bioactive components in nutraceuticals and functional foods. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2009; 49 (6): 577-606.
100. Li Y, Kim J, Park Y, McClements DJ. Modulation of lipid digestibility using structured emulsion-based delivery systems: comparison of in vivo and in vitro measurements. *Food Funct.* 2012; 3 (5): 528-36.
101. Hunt JN, Knox MT. A Relation between Chain Length of Fatty Acids and Slowing of Gastric Emptying. *J Physiol-London.* 1968; 194 (2): 327.
102. Maljaars J, Romeyn EA, Haddeman E, Peters HP, Masclee AA. Effect of fat saturation on satiety, hormone release, and food intake. *Am J Clin Nutr.* 2009; 89 (4): 1019-24.
103. Armand M, Pasquier B, Andre M, Borel P, Senft M, Peyrot J, et al. Digestion and absorption of 2 fat emulsions with different droplet sizes in the human digestive tract. *Am J Clin Nutr.* 1999; 70 (6): 1096-106.
104. Seimon RV, Wooster T, Otto B, Golding M, Day L, Little TJ, et al. The droplet size of intraduodenal fat emulsions influences antrotyloroduodenal motility, hormone release, and appetite in healthy males. *Am J Clin Nutr.* 2009; 89 (6): 1729-36.
105. Maljaars PW, van der Wal RJ, Wiersma T, Peters HP, Haddeman E, Masclee AA. The effect of lipid droplet size on satiety and peptide secretion is intestinal site-specific. *Clin Nutr.* 2012; 31(4):535-42.
106. Burns AA, Livingstone MB, Welch RW, Dunne A, Rowland IR. Dose-response effects of a novel fat emulsion (Olibra) on energy and macronutrient intakes up to 36 h post-consumption. *Eur J Clin Nutr.* 2002; 56 (4): 368-77.
107. Burns AA, Livingstone MB, Welch RW, Dunne A, Robson PJ, Lindmark L, et al. Short-term effects of yoghurt containing a novel fat emulsion on energy and macronutrient intakes in non-obese subjects. *Int J Obes Relat Metab Disor.* 2000; 24 (11): 1419-25.
108. Diepvens K, Steijns J, Zuurendonk P, Westerterp-Plantenga MS. Short-term effects of a novel fat emulsion on appetite and food intake. *Physiol Behav.* 2008; 95 (1-2): 114-7.
109. Diepvens K, Soenen S, Steijns J, Arnold M, Westerterp-Plantenga M. Long-term effects of consumption of a novel fat emulsion in relation to body-weight management. *Int J Obes.* 2007; 31 (6): 942-9.
110. Smit HJ, Keenan E, Kovacs EM, Wiseman SA, Peters HP, Mela DJ, et al. No efficacy of processed Fabuless (Olibra) in suppressing appetite or food intake. *Eur J Clin Nutr.* 2011; 65 (1): 81-6.
111. Logan CM, McCaffrey TA, Wallace JM, Robson PJ, Welch RW, Dunne A, et al. Investigation of the medium-term effects of Olibratrade mark fat emulsion on food intake in non-obese subjects. *Eur J Clin Nutr.* 2006; 60 (9): 1081-91.
112. Rebello CJ, Martin CK, Johnson WD, O'Neil CE, Greenway FL. Efficacy of Olibra: a 12-week randomized controlled trial and a review of earlier studies. *J Diabetes Sci Technol.* 2012; 6 (3): 695-708.
113. Chan YK, Strik CM, Budgett SC, McGill AT, Proctor J, Poppitt SD. The emulsified lipid Fabuless (Olibra) does not decrease food intake but suppresses appetite when consumed with yoghurt but not alone or with solid foods: a food effect study. *Physiol Behav.* 2012; 105 (3): 742-8.
114. Appleton KM, Smit HJ, Rogers PJ. Review and meta-analysis of the short-term effects of a vegetable oil emulsion on food intake. *Obes Rev.* 2011; 12 (7): e560-72.
115. Marciani L, Wickham M, Singh G, Bush D, Pick B, Cox E, et al. Enhancement of intragastric acid stability of a fat emulsion meal delays gastric emptying and increases cholecystokinin release and gallbladder contraction. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol.* 2007; 292 (6): G1607-13.
116. Keogh JB, Wooster TJ, Golding M, Day L, Otto B, Clifton PM. Slowly and rapidly digested fat emulsions are equally satiating but their triglycerides are differentially absorbed and metabolized in humans. *J Nutr.* 2011; 141 (5): 809-15.
117. Sein A, Koenders C, Viberg A, Smolders F, Burg A, inventors. Satiety-Inducing Composition. United States patent US 8,530,514 B2. 2013.



Revisión

Taninos hidrolizables; bioquímica, aspectos nutricionales y analíticos y efectos en la salud

Francisco Javier Olivas-Aguirre¹, Abraham Wall-Medrano¹, Gustavo A. González-Aguilar², Jose Alberto López-Díaz¹, Emilio Álvarez-Parrilla¹, Laura A. de la Rosa¹ y Arnulfo Ramos-Jimenez¹

¹Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. ²Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. México.

Resumen

Introducción: Los taninos hidrolizables (TH) se han convertido en un tema de interés científico debido a su potencial nutraceutico. Tanto los galotanninos (GT) como los elagitaninos (ET) muestran diversas propiedades bioquímicas que, dentro del individuo que las consume, se traducen en diversos beneficios para la salud (e.g. anti-diabéticas, anti-mutagénica, antimicrobianas) asociados a su capacidad antioxidante (CAOX).

Objetivo: Analizar los aspectos más relevantes (aspectos bioquímicos, nutricionales/analíticos y efectos a la salud) reportados en la literatura científica sobre TH.

Métodos: Se realizó una búsqueda en diversas bases de datos (PubMed, Cochrane, ScienceDirect) y documentos de libre acceso (Google Scholar) sobre TH, GT y ET. Esta información fue posteriormente sub-clasificada en aspectos bioquímicos, nutricionales y analíticos (revisión narrativa) y efectos a la salud (revisión sistemática).

Resultados: La complejidad molecular y cantidad elevada de grupos hidroxilo (-OH) en un amplio universo de ET y GT es responsable no solo de una diversidad de métodos para su extracción y purificación sino también son responsables de diversos efectos pro- y anti-fisiológicos como la inhibición reversible de enzimas, secreción proteica, CAOX y efectos antiproliferativos.

Conclusiones: La asociación de ET y GT con diversas biomoléculas presentes en los alimentos y/o macromoléculas del tracto digestivo, limitan en muchos casos la propia CAOX de estos compuestos pero en cambio permiten la distribución diferencial de GT y ET a distintos órganos blanco de tal forma que sus efectos en la salud aparentemente son diferenciales.

(Nutr Hosp. 2015;31:55-66)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7699

Palabras clave: *Taninos. Galotanninos. Elagitaninos. Cáncer. Antioxidantes.*

HYDROLYZABLE TANNINS; BIOCHEMISTRY, NUTRITIONAL & ANALYTICAL ASPECTS AND HEALTH EFFECTS

Abstract

Introduction: Hydrolysable tannins (HT) have been of scientific interest because of their nutraceutical potential. Both gallotannins (GT) and ellagitannins (ET) show different biochemical properties that result in various health benefits (eg anti-diabetic, anti-mutagenic, anti-microbial) for consumers, all associated with their antioxidant capacity (AOXc).

Objective: To analyze the most relevant aspects (biochemical, nutritional/analytical and health effects) of HT reported in the scientific literature.

Methods: A systematic search was conducted in several databases (PubMed, Cochrane, ScienceDirect) and free-access repositories (Google Scholar) on HT, GT and ET. This information was further sub-classified into biochemical, nutritional and analytical aspects (narrative review) and health effects (systematic review).

Results: The high molecular complexity and amount of hydroxyl groups (-OH) in both ET and GT, are responsible not only for a plethora of methods for extraction and purification but also for the several pro-and anti-physiological effects of them such as enzyme inhibitions, protein excretion stimulation, AOXc and anti-proliferative effects.

Conclusions: The association of ET/GT with several macromolecules present in foodstuffs and the digestive tract, counteract the AOXc of these compounds but conversely allow the differential distribution of GT and ET to different target organs in such way that their health effects seems to be different.

(Nutr Hosp. 2015;31:55-66)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7699

Key words: *Tannins. Gallotannins. Ellagitannins. Cancer. Antioxidants.*

Correspondencia: Abraham Wall-Medrano.
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
México.
E-mail: awall@uacj.mx

Recibido: 21-VI-2014.
Aceptado: 23-VII-2014.

Abreviaturas

β -PGG:	β -1,2,3,4,6-Pentagaloil-O-Glucopiranos
CAOX:	Capacidad antioxidante
CPF:	Compuestos poli fenólicos
ET:	Elagitaninos
F/V:	Frutas y vegetales
FT:	Florotaninos
GT:	Galotaninos
HeT:	1-0-galoilo-2,3;4,6-bis-hexahidroxidifenoil- β -D-glucopiranos
HHDP:	Acido hexahidroxifenico
ORAC:	Oxygen radical absorbance capacity
PPO:	Polifenol oxidasa
PRP:	Proteínas ricas en prolina
TC:	Taninos condensados
TH:	Taninos hidrolizables
TT:	Taninos totales

Introducción

Después de la Segunda Guerra Mundial, los compuestos polifenólicos (CPF) gradualmente se convirtieron en un tema de interés en diversos campos de investigación como los son la agricultura, la ecología, la alimentación y la medicina^{1,2}. Desde los trabajos pioneros realizados en los 50's, el desarrollo científico ha conducido al establecimiento de una de las líneas de generación y aplicación de conocimientos más prometedoras en el terreno de la alimentación funcional: Los CPF de plantas. A la par de este avance, el reconocimiento público ha impulsado la producción y consumo de productos básicos como frutas, vegetales y semillas^{3,4} y la producción de nuevos productos adicionados/fortificados con CPF en la industria de refrescos y bebidas⁵, panificados⁶ e incluso de origen animal.

Dentro de las investigaciones sobre CPF, se encuentran aquellas sobre sus formas poliméricas: los taninos. Extraídos de plantas y algas, la mayor parte de estos se clasifican en base a su monómero base (e.g. ácido gálico, ácido elágico, flavan-3-oles y floroglucinol). Estos se ensamblan en estructuras poliméricas de alto peso molecular, con distinta capacidad de unión a proteínas u otras macromoléculas⁷ y susceptibilidad a la hidrólisis química o enzimática en condiciones *in vitro* lo que determina su clasificación en taninos "condensados" (TC, proantocianidinas), hidrolizables (TH, galo- y elagi-taninos) y complejos^{8,9}.

Los TC muestran diversas propiedades físicas y químicas que, dentro del organismo que las consume, se traducen en diversas actividades biológicas¹⁰: Propiedades antioxidantes, quimio-terapéuticas, anti-inflamatorias y antimicrobianas. Sin embargo, por su incapacidad para ser hidrolizados, se les ha involucrado en diversas actividades antinutricionales (e.g. secuestro de micronutrientes). Los TH, por el contrario, al poseer un núcleo glucídico (generalmente glucosa), son más susceptibles a hidrólisis en condición fisiológica,

permitiendo la liberación gradual de sus componentes primarios^{11,12}. Diferentes TH aislados de plantas comestibles y no comestibles, han mostrado una fuerte capacidad biológica como anti-tumorales, anti-mutágenos, anti-diabéticos y antibióticos, teniendo esta última capacidad un impacto conveniente en la vida de anaquel de alimentos preparados con TH¹. Sin embargo, su capacidad de hidrólisis también resulta ser un defecto cuando el alimento se procesa, sufre transformaciones o cuando se le almacena^{13,14}. Estas y otras cuestiones bioquímicas y analíticas son abordadas en la presente revisión narrativa.

Bioquímica

Estructura y clasificación de taninos. Los CPF comprenden una amplia gama de sustancias que poseen al menos un grupo hidroxilo (-OH) en uno o más anillos fenólicos. Dentro de estos se encuentran los taninos, que resultan ser el subgrupo de CPF posiblemente de mayor tamaño. El término tanino fue originalmente utilizado para describir ciertas sustancias orgánicas que servían para curtir pieles de animales, proceso conocido en inglés como *tanning*^{2,9}. Actualmente, este término ha sido ampliamente aceptado para nombrar un grupo bastante heterogéneo de CPF de masa molecular relativamente alta (500-20000 Da) y de complejidad elevada (12-16 hidroxilos en 5-7 anillos aromáticos por cada 1000 Da^{2,8}). Químicamente se definen como: "*Metabolitos secundarios derivados de plantas que pueden ser ésteres de ácido gálico o sus derivados unidos a una amplia variedad de poli oles, catequina o núcleos triterpenoides [galotaninos (GT), elagitaninos (ET) o taninos complejos], o bien oligómeros o polímeros de proantocianidinas que pueden poseer diferente acoplamiento inter-flavonil u otros patrones de sustitución (TC)*". Sin embargo, por convención, diversos autores clasifican a los taninos en cuatro grupos: los condensados (TC, origen flavonoide), los hidrolizables (TH, origen no flavonoide)^{2,8}, los florotaninos (FT, derivados de algas café) y los taninos complejos. Los taninos son conocidos por su capacidad para unirse a otras macromoléculas como los hidratos de carbono¹⁵ y las proteínas¹⁶ mediante fuerzas covalentes y no covalentes⁷ y por su astringencia y sabor amargo¹⁷, pero estas propiedades son dependientes del tipo de tanino, como se habra de revisar en secciones posteriores.

Los TC son el resultado de la polimerización de unidades de flavan-3-ol como la catequina (Fig. 1a), la epicatequina o la leucocianidina unidos mediante enlace C-C y carentes de un núcleo glucídico¹⁸. Los tres grupos representativos de TC son las procianidinas (Fig. 1b), proantocianidinas (Fig. 1c), prodelfinidinas y profisetinidinas². Los TH por su parte, están compuestos de ésteres de ácido gálico (ácido 3, 4, 5-trihidroxibenzoico, Fig. 1d) o el ácido elágico (4',5,5',6,6'-ácido hexahidroxidifenico-2,6,2',6'-dilactona; Fig. 1h) unidos a una unidad central de carbohidrato¹² y su nombre

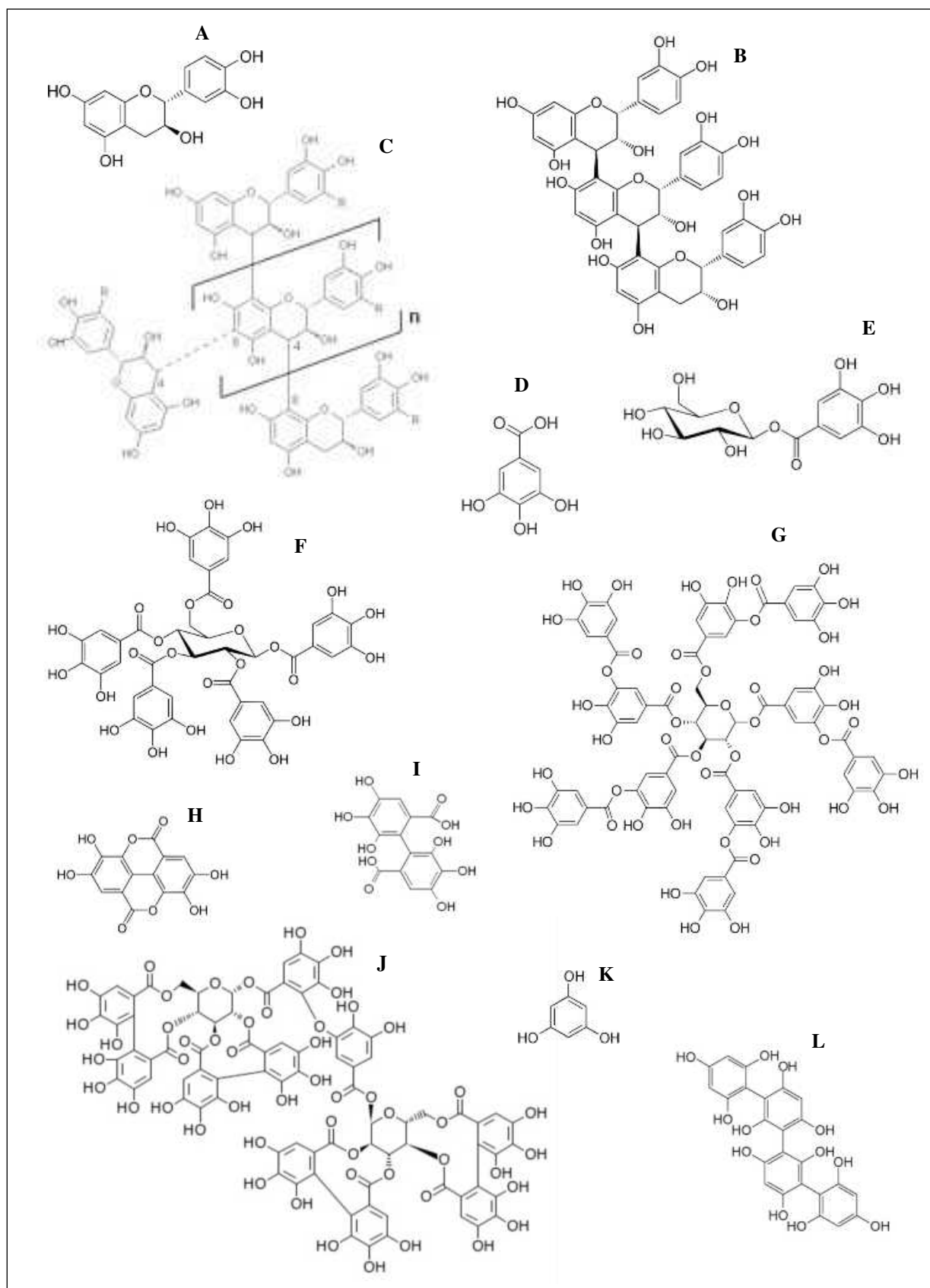


Fig. 1.—Estructuras representativas de taninos condensados (TC), hidrolizables (TH) y florotaninos (FT) y sus precursores. Ver siglas en sección de abreviaturas y nombre de estructuras en texto.

hace referencia a su fácil capacidad para hidrolizarse en presencia de ácidos, bases o enzimas tanto *in vitro*¹⁹ como *in vivo*¹¹.

Los GT son considerados como las formas más simples de los TH. Son ésteres del ácido gálico y del ácido di gálico unidos entre sí por enlaces ésteres entre el carboxilo (-COOH) de uno de ellos y el -OH del otro y a su vez unidos a hexosas como la glucosa mediante un enlace anomérico beta, pues la forma alfa no es común en la naturaleza¹², aunque a nivel laboratorio se pueden producir a conveniencia y bajo reacciones controladas, isómeros alfa²⁰. La β -glucogalina (1-O-galoil- β -D-glucopiranososa; Fig. 1e) es la forma más simple de GT y sirve como donador de su unidad galoil para la síntesis de otros GT más complejos^{12,21}, como la β -1,2,3,4,6-Pentagaloil-O-Glucopiranososa (β -PGG, Fig. 1f). La diversidad estructural de los GT está determinada por: a) Cada uno de los enlaces éster que se encuentren en la molécula glucídica (e.g. 5 para formar β -PGG) y b) Por los enlaces depsídico (*meta- o para-*) dados por las unidades de ácido gálico al unirse con otra molécula de ácido gálico para formar un éster cada vez de mayor tamaño como el ácido tánico (Fig. 1g)²². Cabe señalar que existen otros derivados de ácido gálico que por estar unidos a ácido quínico que no se agrupan dentro de los GT sino forman parte de otro grupo especial denominado *tarataninos*^{1,23}, los cuales son extraídos de la "tara" (*Caesalpinia spinosa*).

Los ET se forman a partir del ácido hexahidroxidifénico (HHDP, Fig. 1i), el cual al ser hidrolizado se deshidrata espontáneamente para formar el ácido elálgico (Fig. 1h)²⁴. El primer ET aislado de plantas fue la agrimonina (Fig. 1j) a partir de *Agrimonia pilosa* y *Pontetilla kleiniana*²⁵. La estructura de un ET puede presentar diversos puntos de polimerización por esterificación, al igual que los GT, tanto en la molécula glucídica como en los grupos HHDP disponibles, lo que le da la posibilidad de formar estructuras de mayor peso molecular en comparación a los GT^{26,27}.

La capacidad de polimerización tanto de los GT como los ET parece ser infinita. Este aspecto escapa del propósito de la presente revisión, sin embargo existen excelentes reportes por otros autores². Valga decir por lo pronto que la unión glicosídica de, por ejemplo, una unidad de catequina a un GT o ET, caracteriza a los taninos complejos²⁸. Por último, Los taninos presentes en las de algas café (feofitas)²⁹ están compuestos de unidades de floroglucinol (1, 3,5-trihidroxibenceno; Fig. 1k). A estos se les conoce como florotaninos (FT). Los FT abarcan una amplia gama de TH de diverso tamaño molecular (de 126 Da a 650 kDa)³⁰ y se puede subdividir en seis grupos específicos como los fucoles (Fig. 1l), floretoles, fucofloretos, fuhaloles, isofuhaloles y eckoles, caracterizados por una amplia gama de arreglos de sus unidades de floroglucinol y de grupos hidroxilo presentes³¹ así como un amplio rango de pesos moleculares (400-400,000 Da).

Biosíntesis y función de TH en plantas. Todos los TH son sintetizados por la vía del ácido shikímico

(también conocida como la vía fenilpropanoide) y posteriormente por la vía de la β -PGG (Fig. 2). Al producirse el ácido gálico por la vía fenilpropanoide este se esterifica con una molécula de UDP-glucosa mediante la enzima glucosil transferasa para dar β -glucogalina, primer intermediario y metabolito clave en la ruta biosintética de los TH. La β -glucogalina puede desempeñar un doble papel ya sea como donador de acilo con el fin de formar poligaloil-glucosidos (di-, tri-, tetra, etc) o bien como aceptor de 4 moléculas de ácido gálico para formar β -PGG. En turno, β -PGG puede establecer un nuevo enlace éster (*m*-depside) con otro ácido gálico y dar pie a compuestos derivados hexa-, hepta-, octa-galoil glucosa e incluso de mayor número de residuos galoilo¹.

Sin embargo, la ruta biosintética de los GT, no es tan simple como parece. En la actualidad se han identificado diversas enzimas capaces de catalizar la esterificación de ácido gálico en diferentes estadios de su síntesis. Denzel y Gross³² trabajaron con extractos de hojas de zumaque (*Rhus typhina* L.), donde se identificó una enzima capaz de transferir un grupo 1-O-galoil a la posición 2 del 1, 6-di- O-galoil- β -D-glucosa, obteniéndose 1,2,6-tri-O-galoil- β -D-glucosa y 6-O-galoil glucosa como subproducto. El nombre sistemático 1,6 - di-O-galoil glucosa 2-O-galoil transferasa fue propuesto para esta nueva enzima cuya detección proporcionó evidencia de que, además de β -glucogalina, los ésteres de glucosa superiores pueden ser potenciales donadores de acilo en la biosíntesis de GT. Sin embargo, la naturaleza bioquímica, especificidad de reacción y constantes cinéticas de la mayoría de las enzimas involucradas en la biosíntesis de GT (en la Fig. 2 identificadas de forma genérica como EC.2.3.1.^{A-J}) todavía se encuentran en estudio. Por si esto fuera poco, β -PGG también puede establecer enlaces C-C o C-O entre residuos galoilo por acoplamiento intra o intermolecular

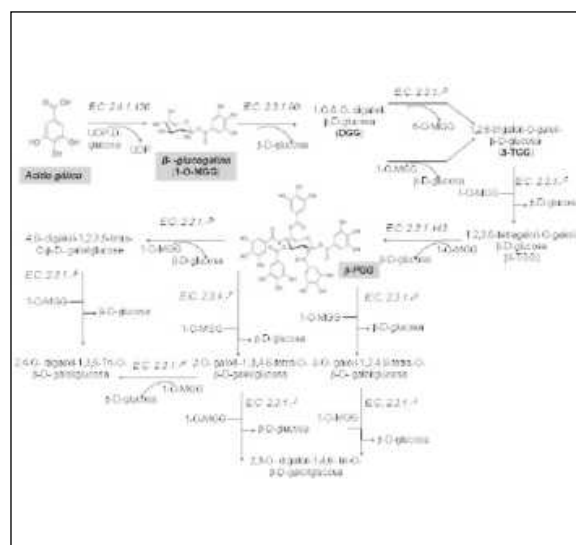


Fig. 2.—Biosíntesis de galotaninos (GT). Fuente: Elaboración propia.

para formar ET¹². La oxidación de los grupos galoi- los de β -PGG es realizada por una polifenol oxidasa (PPO), la cual acopla en posición 6 a dos grupos galoi- los para formar el grupo hexahidroxidifenoil (HHDP).

La producción de TH dentro de las plantas mues- tra un pico máximo cuando la tasa de crecimiento de estas disminuye³³. Sin embargo estos compues- tos pueden producirse en mayor cantidad cuando las condiciones ambientales son adversas, es decir, estos “metabolitos secundarios” cumplen funciones de de- fensa, ante depredadores (por ejemplo, herbivorismo) o anti microbianas por mencionar algunos ejemplos²⁵. Los principales mecanismos de acción se le atribuyen a la inhibición de enzimas, acciones sobre las mem- branas (en el caso de los microorganismos) o priva- ción de sustratos³⁴. Por ejemplo, Mamaní y colabora- dores³⁵ observaron la incompatibilidad entre la planta de fresa y un patógeno (*Colletotrichum fragariae*), provocada por un aumento en las concentraciones de CPF en las hojas, particularmente un ET, el 1-0-galoi- lo-2,3;4,6-bis-hexahidroxidifenoil- β -D-glucopiranos (HeT), el cual a través de cascadas de señalización puede actuar como antiséptico natural al inhibir la catalasa y aumentar las concentraciones de peróxido de hidrógeno en los patógenos causando muerte celu- lar^{36,37}. En el caso del pastoreo (herbivorismo), se ha observado que se concentran gran cantidad de taninos principalmente en los frutos inmaduros o donde existen hojas jóvenes, los cuales son considerados tóxicos y reletos de depredadores o antinutrientes para los humanos por su capacidad de establecer interacciones con otras macromoléculas, en particular proteínas ricas en prolina³⁸.

Interacciones moleculares de taninos. Con la finali- dad de comprender el tipo de interacciones que esta- blecen los TH con otras macromoléculas, se han utili- zado varios acercamientos experimentales. Goldstein y Swain³⁹ realizaron un experimento sencillo basado en la actividad enzimática de la β -glucosidasa (por su origen proteico) en presencia de ácido tánico, un TH inhibidor de esta enzima, en presencia y ausencia de detergentes. Sus experimentos revelaron que la inhibi- ción puede revertirse a mayor carga iónica, poniendo de manifiesto la naturaleza no covalente de estas inte-

racciones. Posteriores estudios revelaron la importan- cia de los grupos amida y contenido de prolina de las proteínas y los anillos fenólicos de los CPF así como otro tipo de interacciones tanto débiles (e.g. van der Waals, interacción hidrofóbica) como fuertes (e.g. co- valentes) y su susceptibilidad a temperatura, pH, tipo y concentración de proteína así como el tipo y estructura de CPF que se estudie^{38,40}.

Los taninos de alto peso molecular son mejores para precipitar proteínas que los taninos más peque- ños. Además, el pH ácido favorece la formación de complejos proteína-tanino, mientras que un pH básico (por encima del pKa de los grupos hidroxilo fenólicos; por ejemplo, pH > 9), ioniza los grupos hidroxilo; por tanto, disminuye considerablemente la formación de puentes de hidrógeno, y la precipitación de proteínas no se producen fácilmente⁴¹. En cualquier caso, las in- teracciones covalentes entre TH y proteínas son mucho mas complejas que las interacciones no covalentes.

Aspectos alimentarios y analíticos

TH en alimentos. La presencia de TH (y en general de todos los CPF) en las plantas y frutos comestibles depende en gran medida de distintos factores tales como el tipo, variedad y especie del fruto comestible, su estado de madurez y diversas condiciones ambien- tales. Cabe señalar que mientras los GT tienen un es- pectro de distribución muy restringido en las plantas (y todavía más en aquellas comestibles) los ET tienen mayor distribución^{1,25}. La concentración de CPF y en particular de TH en los alimentos varía entre 1 (ave- llanas) a 2000 mg/kg (en mora), siendo las vallas las fuentes dietéticas más abundantes en estos compues- tos^{1,4}. Los alimentos con mayor contenido de TH (GT y ET) se muestran en la Tabla I donde además se mues- tra la capacidad antioxidante (CAOX) determinada por el método de capacidad de absorción de radicales libres de oxígeno (ORAC, por sus siglas en ingles).

Cabe señalar en este sentido que la CAOX de un fruto en particular resulta de la sinergia entre el con- tenido de taninos (TH y TC), los CPF monoméricos (e.g. flavonoides y ácidos benzoicos) y otras especies antioxidantes como los carotenoides, ácido ascórbico

Tabla I
Alimentos con alto contenido de taninos hidrolizables (TH)

Fruto	TH	ORAC	Fruto	TH	ORAC
Almendra	GT/ET	418	Mango	GT	101
Arándano	GT/ET	503	Mora	GT/ET	477
Frambuesa	ET	414	Nueces	GT/ET	269 – 2016
Fresa	GT/ET	332	Uva	ET	145
Granada	GT/ET	338			

Galotanino (GT), elagitaninos (ET), Oxygen radical absorbance capacity (ORAC, μ M equivalentes de trolox/100g); Fuente^{1,4,59,65-69}.

y tocoferoles de tal suerte que la correlación entre la CAOX de un fruto casi siempre correlaciona mas con el contenido de estos últimos mas que con el contenido de taninos. En cualquier caso, el contenido de taninos y en especial de TH aparte de su participación con agente antioxidante, por su demostrado efecto antimicrobiano²⁵ también contribuye con la mejora en la vida de anaquel de productos manufacturados con fuentes ricas en TH¹. Sin embargo, su capacidad de hidrólisis también resulta ser un defecto cuando el alimento se procesa, sufre transformaciones o cuando se le almacena por tiempo prolongado^{13,14}.

TH en la dieta. De los pocos estudios reportados al momento en donde se evalúa el consumo habitual de antioxidantes y compuestos poli fenólicos (CPF), compuestos con actividad antioxidante mayor que las vitaminas y minerales, demuestran no solo que la participación de los CPF totales (mg equivalentes de ácido málico/día) en la dieta de americanos (450 mg), españoles (820 mg), mexicanos (843 mg), finlandeses (863 mg), polacos (1102 mg), franceses (1193 mg) y griegos (1306 mg) sino que esta ingesta es dependiente del tipo de alimento de la dieta habitual⁴². Café, vino tinto y te parecen ser los principales contribuidores a la ingesta de TC (~100-200 mg/día) y ácidos fenólicos (300-600 mg/día) e hidroxí cinámicos (200-500 mg/día), curiosamente en los países de mayor consumo de CPF. Sin embargo, el consumo de TH no se ha registrado, aunque en países de clima tropical se supone alto por ser justamente los frutos tropicales y las bayas silvestres los mayores aportadores (Tabla I)^{1,4,65-69}.

Aislamiento, purificación, identificación y cuantificación (APIC). En la producción de compuestos nutraceuticos a base de TH con potencial funcional para el tratamiento de diversas patologías humanas o bien para la elucidación estructural de estos resulta indispensable la selección estratégica de técnicas APIC que maximice la obtención eficiente de TH. Esto se justifi-

ca sobre el hecho de que las propiedades bioquímicas como la susceptibilidad a la hidrólisis enzimática, su comportamiento cromatográfico⁴³, propiedades bioquímicas/fisicoquímicas⁷ o función biológica²⁵ de los taninos son dependientes de su complejidad estructural. Por esto, las metodologías para el aislamiento y purificación de taninos (TC y TH) reportadas en la literatura son muy diversas. Por ejemplo, su aislamiento a partir de muestras frescas, liofilizadas, secadas al aire, y el tamaño de partícula inicial determina no solo el rendimiento de extracción sino también la especie de TH o TC que se desee obtener^{1,8}. La mejor opción sin lugar a dudas es el análisis de la muestra fresca sin embargo también es la menos factible a nivel industrial. Con el secado al aire puede ocurrir descomposición de los CPF (incluyendo los TH) al contacto directo con los rayos solares y altas temperaturas por lo que la liofilización representa la mejor opción para la concentración de TH de frutos comestibles⁴⁴, aunque a nivel laboratorio.

Una vez concentrada la fuente, por perdida de agua en el mayor de los casos, la purificación se inicia con una selección cuidadosa del sistema de solventes de extracción. En el caso de frutos con contenido lipídico alto (e.g. aguacate o nueces) se utilizan de forma primaria solventes como hexano o dicloro metano, mismos que por su carácter hidrofóbico no extraen, o lo hacen mínimamente, TC o TH aunque su efecto en la modificación estructural de estos o de sus interacciones con otras macromoléculas puede ocurrir. Posteriormente se usa metanol, etanol o acetona puros, en combinación, o en soluciones acuosas de distinta proporción para aislar los CPF extraíbles de baja complejidad molecular¹ y en menor escala de TH y TC.

De la selección correcta de solventes dependerá el rendimiento en la extracción de los diversos CPF. Por mencionar solo un ejemplo, Poovarodom y colabo-

Tabla II
Extracción de compuestos fenólicos (CF) de Mangifera indica L a efecto de distintos solventes

	Metanol	Agua	Acetona	Hexano
CF				
FT	3.79±0,2 ^b	3.79±0,2 ^b	1,48±0,05 ^a	0,16±0,01 ^c
FV	0,412±0,02 ^a	0,12±0,00 ^b	0,872±0,04 ^c	0,031±0,00 ^d
FVN	2,03±0,1 ^a	31,02±1,6 ^b	17,22±0,9 ^c	18,19±1,0 ^c
TAN	1,86±0,09 ^c	0,68±0,03 ^b	0,12±0,01 ^a	2,05±0,11 ^c
CAOX				
ABTS	27,31±1,3 ^c	25,54±1,3 ^c	12,24±0,5 ^b	5,28±0,3 ^a
CUPRAC	20,06±1,1 ^c	19,34±0,9 ^c	16,26±0,8 ^b	0,18±0,01 ^a
FRAP	7,45±0,4 ^a	11,85±0,5 ^b	2,81±0,1 ^c	0,86±0,04 ^d
DPPH	10,0±0,5 ^a	27,31±1,3 ^b	5,22±0,2 ^c	2,01±0,1 ^d

Fenoles totales (FT, mgEAG/g), flavonoides (FV, mgEQ/g), flavonoles (FVN, mgEQ/g), Taninos (TAN, mgEQ/g); Fuente⁴⁵

radores⁴⁵ evaluaron la composición de bioactivos de mango extraídos con distintos solventes y caracterizados por HPLC-3D-FL y CAO total (Tabla II). Sus resultados demostraron una mejor extracción de fenoles totales (FT) con agua y metanol, de flavonoides (FV) y de flavanoles (FVN) con agua y hexano y de taninos totales (TT) con metanol y hexano mientras que Dorta y colaboradores⁴⁶ encontraron una menor eficiencia de metanol:agua (1:1) en comparación a metanol absoluto en la extracción de TT y TC. Por último, se ha sugerido la adición de ácido ascórbico así como la extracción en atmósferas de Argón para la protección de los TH de su posible oxidación. Las bajas temperaturas también favorecen la estabilidad de los TH quienes pueden hidrolizar residuos de ácido gálico y elágico^{1,44}.

La selección de técnicas de cuantificación también merece atención al momento de obtener datos reproducibles sobre el contenido de TH en alimentos. La selección de filtros de purificación, el empleo de solventes de elución, el pretratamiento de muestras puras (e.g. hidrólisis de enlaces glicosídicos) y los métodos cromatográficos y detección molecular son solo algunos aspectos a cuidar⁴⁷. Sobre estos últimos destacan diversas métodos por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) y la espectrometría de masas por desorción/ionización láser asistida por matriz (MALDI-TOF)^{42,48,49}. Normalmente los métodos por HPLC se realizan en fase normal y se usan Sephadex H20 y distintas soluciones de metanol, acetonitrilo y agua; adicionando a esta última ácido acético o fórmico con la finalidad de aumentar la resolución de los cromatogramas¹², mientras que cuando se trabaja en fase reversa se usan columnas de C₈ o C₁₈. Sin embargo, distintos autores han encontrado dificultad en los cromatogramas al trabajar con fase reversa, dichos problemas se atribuyen a los isómeros anoméricos y la formación de acetal en los eluyentes alcohólicos de la HPLC⁴⁴. Por último, el análisis por MALDI-TOF permite el análisis de moléculas orgánicas utilizando una matriz sólida como el ácido 2,5-dihidroxibenzoico y un agente cationizante como el cloruro de sodio o trifluoroacetato de cesio, para el caso de la identificación de TH⁴⁸. Por último, aunque los métodos para identificación señalados anteriormente, bajo la premisa de que los mismos requieren de estándares de TH puros, pueden ser utilizados para la cuantificación del contenido total y específico de TH, existen métodos calorimétricos más prácticos como lo son los Folin-Ciocalteu, rodanina y iodato de potasio⁵⁰⁻⁵².

Efectos en la salud

Bio accesibilidad, biodisponibilidad y metabolismo. Primario a la búsqueda de los posibles efectos biológicos locales (tracto gastrointestinal) o sistémicos (órganos internos), lo que en la literatura científica se conoce como *biodisponibilidad*, resulta indispensable garantizar la completa liberación de los TH de la ma-

triz alimentaria que los contiene (*bioaccesibilidad*). En términos generales, cuando se ingieren F/V, los CPF interactúan con la matriz alimentaria mediante fuerzas débiles (extraíbles) o fuertes (no extraíbles), muy en específico con los carbohidratos complejos⁵³⁻⁵⁵ y proteínas¹⁹. Una vez liberados, los CPF pueden asociarse a otras biomoléculas presentes en el tracto gastrointestinal provocando la inactivación y/o no biodisponibilidad tanto de del CPF sino también de la biomolécula con la que se asocia.

Con la masticación se degradan las paredes celulares de F/V y con esto la liberación precoz de los taninos de las vacuolas que los almacenaban. Posteriormente, de forma estructura-dependiente, los TH y los TH reaccionan con las proteínas salivales ricas en prolina (PRP)⁵⁶⁻⁵⁸ y con otras biomoléculas de las secreciones orales (e.g. mucina, amilasa lingual). Skopec y colaboradores⁵⁶ evaluaron en ratas acostumbradas (Grupo 1) y no (Grupo 2) a la ingesta habitual de TH, el patrón de secreción PRP's y su interacción con β -PGG (3% g/100g dieta), utilizando una forma isotópica de este último marcado (C¹⁴, 1 μ C1/g dieta) como marcador. En las ratas del grupo 2, la adición de β -PGG no provocó diferencia alguna en la digestibilidad aparente de la dieta y compuestos nitrogenados pero en aquellas del grupo 1 se encontró una reducción del 7% y 25%, respectivamente. Este fenómeno se asoció a una excreción más evidente de prolina (asociado a una mayor producción de PRP) y las dos formas de β -PGG suministradas en las ratas del grupo 1 en comparación a las del grupo 2. Los autores especularon sobre una interacción PRP-(β -PGG) fuerte de tal suerte que β -PGG resiste la degradación oral, estomacal y en intestino delgado, minimizando con ello los posibles sus posibles efectos adversos durante su tránsito gastrointestinal.

Soares y colaboradores⁵⁷ informaron posteriormente que β -PGG (TH) y un trímico C2 de procianidina (TC) son igualmente capaces de interactuar con PRP's ácidas formando complejos solubles (TC) e insolubles (TH) pero solo β -PGG tenía afinidad, aunque pobre, por PRP's básicas y glicosiladas. Por su parte, Da Costa y colaboradores⁵⁸ ensayaron el efecto inductor de dietas al 5% (w/w) con ácido tánico (TH) o extracto de *Quebracho* (72% de TC) en la expresión de proteínas salivales (por MALDI-TOF) y cambios morfológicos en los acinos de las glándulas parótidas de ratones Bla-b/c jóvenes. Los TH y TC ensayados provocaron el mismo aumento en la superficie acinar y secreción de α -amilasa pero TC provocó una mayor secreción de la enzima aldehído reductasa. Estas tres investigaciones evidencian claramente los efectos diferenciales entre los TC y los TH en la etapa oral de la digestión.

Los TH en interacción o no con proteínas y/o carbohidratos tanto de la matriz alimentaria como de la cavidad oral, son conducidos al estómago e intestino delgado. La acidez y presencia de pepsina en el estómago minimizan la interacción de los TH con los grupos

funcionales de otras moléculas orgánicas y alimentarias⁵³⁻⁵⁵ pero no provocan la hidrólisis e inactivación de TH^{59,60}. Con el cambio a pH neutro ocurrido en el intestino delgado, β-PGG es inestable como molécula antioxidante⁶⁰. Sin embargo, β-PGG pero no epigallocatequina-O-galato permanece estable en presencia de los diversos componentes del jugo biliar/pancreático + alimentos ricos en fibra soluble (e.g. alimentos para bebe) pero no insoluble (e.g. cereales). En consecuencia, solo las moléculas de bajo peso molecular (como ácidos fenólicos derivados de los TH) pueden atravesar y ser directamente absorbidos a través de la mucosa del intestino delgado y pasar al torrente sanguíneo⁶¹. Sin embargo, existen excepciones a esta regla: Cerdá *et al.* (2003), informaron que la punicalagina, un ET aislado de granada, ha sido la molécula biológica mas grande (~1,804 UMA) en absorberse en intestino murino.

Se estima que la absorción de TH (en su mayoría por transporte activo) es muy baja. Larrosa y colaboradores⁵⁹ observaron una retención de ET's de hasta un 50% dentro del intestino 24 horas posterior a su ingesta. Por tal razón, se especula que los TH liberados a nivel intestinal y aquellos que formaban parte de estructuras macromoleculares con PRP's, pasan íntegros al intestino grueso donde pueden ser susceptibles a transformación enzimática por la flora colonica. Enzimas como la β-glucosidasa, la tanin-acil-hidrolasa y elagitanin-acil-hidrolasa (elagitanasa) pueden hidrolizar los ET y GT a sus monómeros. El ácido elágico puede ser entonces metilado por la enzima Catecol-O metil transferasa dando pie a AE-monometil

eter y AE-dimetil eter, mismos que pueden ser posteriormente conjugados con ácido glucorónico y dar pie al metil-AE-glucoronido, dimetil-AE-glucoronido y otros isómeros a nivel intestinal y sistémico o bien transformarse a urolitinas (A, B, C y D) y distribuirse en plasma, orina y heces para su excreción⁶¹⁻⁶³. El ácido gálico por su parte, es descarboxilado a pirogalol el cual a su vez produce una serie de compuestos derivados por deshidroxilación (eg. Catecol o resorcinol). Finalmente los TH intactos así como los metabolitos serán excretados en heces⁶⁴.

Propiedades funcionales para la salud de GT y ET. Los efectos a la salud de los TH (ET y GT) son más reconocidos que sus efectos antifisiológicos, cuando se les compara a los TC. Sin embargo, los efectos atribuidos a TH en específico y la de sus compuestos monoméricos no se han estudiado de forma diferencial. Para poder discriminar estos efectos, se realizó un estudio de búsqueda sistemática en diversas bases de datos (PubMed, Cochrane, ScienceDirect) y documentos de libre acceso (Google Scholar) sobre TH que permitiera dilucidar estas diferencias. Las búsquedas realizadas se realizaron usando como descriptores de búsqueda (DeCS/MeSH) las palabras “hydrolyzable tannin”, “gallotanin”, “ellagitannin”, “gallic acid” y “ellagic acid”, “Pentagalol-glucose”, “Pentagalol-O-glucopiranoside”, “PGG”, “tannic acid” asociados a las palabras “Health effect”, “preventive health”, “cancer”, “diabetes”, “inflammation” and “antiproliferative”, limitado a estudios “*in vitro*”, “*in vivo*”, “rats”, “mice”, “humans”

Tabla III
Efectos a la salud de los elagitaninos (ET)

Estudio	ET (Dosis)	Resultado	Efecto	Ref
<i>In vitro</i>	TG-I, TG-II, Geraniina, Agrimonina y otros (3.13 – 12.5 mg)	(-) UFC	Bactericida	70
<i>In vitro</i>	Punicalagina, 1-α-galoilpunicalagina (25–50 μM)	(+) Oxido nitroso (NO)	Vasodilatación	71
<i>In vitro</i>	ácido elágico (5 - 20 μM)	(-) expresión de cPLA2α, COX-2 y mPGEs-1	Antiinflamatorio	72
<i>In vitro</i>	Punicalagina (8 - 32 μM)	Inhibe la oxidación de lipoproteínas de alta densidad (HDL)	(-) RCV	73
<i>In vivo</i> (ratones)	Punicalagina, punicalina y ácido elágico (13.6 y 34 mg/kg)	(-) IL-6, IL-1 y TNFα	Antiinflamatorio	74
<i>In vivo</i> (ratas)	Extracto de granada (250 mg/kg y 500 mg/kg)	(-) GS, TC, TG, LDL-C, VLDL-C	Hipoglicémico y antidislipidemia	75
<i>In vivo</i> (humanos)	Granada suplemento, ET (435 - 870 mg)	(-) TBARS, ↓ peso	(-) RCV	76
<i>In vivo</i> (humanos)	Granada fresca (100gr/día)	(+) FRAP	(-) Daño oxidativo	77
<i>In vivo</i> (humanos)	ET y ácido elágico (650 mg)	(+) Fuerza isométrica	(+) Fuerza muscular	78

Ciclooxigenasa 2 (COX-2); elagitanino (ET); glucosa serica (GS); Interleucina (IL) 1 (IL-1), 6 (IL-6), Sintasa 1 de PGE asociada a membrana (mPGEs-1), fosfolipasa a2 citoplasmática (cPLA2α), riesgo cardiovascular (RCV), colesterol total (TC) triglicéridos totales (TG), telimagrandina I (TG-I); telimagrandina II (TG-II), crecimiento bacteriano (UFC); inhibe o disminuye (-), aumenta o estimula (+)

Tabla IV
Efectos a la salud de los galotaninos (GT) en diversos sistemas

Estudio	GT (Dosis)	Resultado	Efecto	Ref
<i>In vitro</i>	PGG (0.1-30 μ M)	(-)TNF α	Antiinflamatorio	79
<i>In vitro</i>	GT (0-100 μ M)	(-) PARG	(-) muerte celular	80
<i>In vitro</i>	PGG (50-250 μ M)	(-)DNA polimerasa	(-) replicación celular	81
<i>In vitro</i>	GT (40-80 μ g/ml)	(-) NF- κ B	(-) transcripcion	82
<i>In vitro</i>	AGQ (62.5 μ g/ml)	(+) Caspasa 3	Apoptosis	83
<i>In vitro/ In vivo</i>	PGG (50 μ M)	(-) STAT 3, \uparrow P53	Supresión de tumor	84
<i>In vitro / In vivo</i>	PGG (20 mg /kg 40-80 mg IP)	(-) Ciclina 1, (+) caspasas	Apoptosis	85
<i>In vivo</i>	AG (50-500 μ M)	(+) Caspasa 3	Apoptosis	86
<i>In vivo</i>	AT (20 mg/ kg)	(-) PARP	(-) efrototoxicidad	87
<i>In vivo</i>	AG/FRGT (50mg/kg)	(-) 54.3% TAE, IL- 6	Anticancerígeno	88
<i>In vivo</i>	AG/FRGT (50mg/kg)	(-) células 4T1	Anticancerígeno, (-) metastasis	

Acido gálico (AG), ácido galoquínico (AGQ), acido tánico (AT), fracción rica en galotaninos de *Caesalpinia spinosa* (FRGT), galotaninos (GT), factor nuclear de cadenas ligeras kappa (NF- κ B:), intraperitoneal (IP), poli ADP ribosa polimerasa (PARP), penta galoil glucosa (PGG), transductor de señales y activador de la transcripción 3 (STAT 3), factor necrosis tumoral alfa (TNF- α), tumores ascíticos de Ehrlich (TAE), inhibe o disminuye (-), aumenta o estimula (+)

y “cell”. Después de eliminar artículos coincidentes entre bases, se seleccionaron nueve estudios⁷⁰⁻⁷⁸ con evidencia contundente sobre los efectos diferenciales de ET y acido eláxico y diez⁷⁹⁻⁸⁸ sobre acido gálico, PGG o acido tánico.

Los TH tienen una significativa CAOx lo cual confiere protección frente a radicales libres a quien los consume. Los ET, en particular, han sido materia de estudios de casos y controles y ensayos *in vitro* en la búsqueda de evidencia sobre su capacidad funcional para el riesgo cardiovascular, capacidad vasodilatadora, antiinflamatoria, bactericida, hipolipidémica, hipoglicémica y mejoramiento de la fuerza muscular (Tabla III)⁷⁰⁻⁷⁸. En particular, los estudios *in vitro* han mostrado diversos mecanismos por los cuales se disminuye el RCV. Dichos mecanismos incluyen un aumento en las sustancias reguladoras de vasodilatación, reducción de peso, aumento en lipoproteínas de alta densidad, aumento en la actividad antioxidante en plasma así como la expresión de factores que disminuyen la respuesta inflamatoria. De igual manera, los resultados obtenidos *in vivo* por las investigaciones presentes muestran efectos positivos sobre diversos biomarcadores cardioprotectores. Sin embargo, como es el caso de otros CPF monoméricos, los mecanismos por los cuales los ET confieren estos beneficios continúan en estudio pero se atribuyen a priori a la CAOx de sus productos de hidrólisis y bioconversión, señalados en la sección anterior.

Por su parte, las diversas evaluaciones con GT proponen un efecto benéfico en la prevención y tratamiento de distintas formas de cáncer (Tabla IV)⁷⁹⁻⁸⁸. Los mecanismos descritos para los GT y su efecto anti-cancerígeno involucran la inhibición/activación

de diversos factores de transcripción y replicación, el aumento en proteínas de reparación del ADN, la síntesis de proteínas y biomoléculas proapoptóticas e inhibición del crecimiento tumoral. Dichos efectos han sido evaluados en su mayoría en sistemas *in vitro*, y los pocos estudios presentes *in vivo* se han realizado en sistemas murinos con extractos de AG formando parte de la alimentación o por inyección intraperitoneal.

Finalmente, es bien sabido que los diversos compuestos presentes en un alimento (no solo los TH) pueden presentar un efecto benéfico y actuar de manera sinérgica; por consiguiente contemplar las condiciones alimentarias y fisiológicas al momento de diseñar una intervención, proporcionará información valiosa referente al consumo de general y específico de TH y la prevención de enfermedades crónicas.

Conclusión

El contenido de TH en los alimentos es muy limitado (particularmente GT). Por ende la búsqueda de sus fuentes naturales y su correcta identificación y análisis juega un papel imprescindible en la definición de su potencial benéfico para la salud humana. Los solventes polares, bajas temperaturas así como atmósferas modificadas pueden mejorar la eficiencia en la obtención y preservación de GT y ET. A su vez la naturaleza del sistema digestivo puede condicionar la liberación de sus compuestos activos particularmente en estómago y colon. Las diversas actividades biológicas asociadas a los TH dependen en gran medida de su diversidad estructural ya que esto condiciona las interacciones que presente, su absorción, metabolismo y potencial bioactivo. Por esto, el comprender las características

que limitan o favorecen su liberación (y por ende su potencial en pro de la salud) es de vital importancia para la industria de alimentos de nutraceuticos y para el consumidor que desea prevenir o mejorar su salud.

Agradecimiento

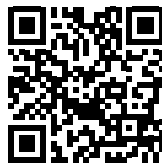
Los autores expresan su gratitud por el financiamiento otorgado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca escolar otorgada al primer autor y por el apoyo económico recibido del Dr. Gustavo González-Aguilar mediante el proyecto 179574 de Investigación Científica Básica 2012: “Nutri genómica e Interacciones Moleculares de fenoles y fibra dietaria del mango Ataulfo (*Mangifera indica L.*) en un sistema murino”, de donde deriva el presente artículo de revisión.

Referencias

1. Arapitsas, P. Hydrolyzable tannin analysis in food. *Food Chemistry* 2012; 135 (3): 1708–1717.
2. Quideau, S., Deffieux, D., Douat-Casassus, C., Pouységu, L. Plant polyphenols: Chemical properties, biological activities and synthesis. *Angew. Chem. Int.* 2011; 50(3): 586 – 62
3. Abe, L.T., Lajolo, F.M., Genovese, M.I. Potential dietary sources of ellagic acid and other antioxidants among fruits consumed in Brazil: jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg). *J Sci Food Agric.* 2012; 92(8): 1679-87.
4. Koponen, J.M., Happonen, A.M., Mattila, Törrönen, A.R. Contents of anthocyanins and ellagitannins in selected foods consumed in finland. *J Agric Food Chem.* 2007; 55(4): 1612-9.
5. Zuiko, M.E., Witkowska, A.M., Waskiewicz, A., Sygnowska, E. Estimation of dietary intake and patterns of polyphenol consumption in polish adult population. *Adv Med Sci.* 2012; 57(2):1-10.
6. Malomo, S.A., Eleyinmi, A.F., Fashakin, J.B. Chemical composition, rheological properties and bread making potentials of composite flours from breadfruit, breadnut and wheat. *Afr J Fodd Sci.* 2011; 5(7): 400-411.
7. Le Bourvellec, C. y Renard, C. Interactions between polyphenols and macromolecules: Quantification methods and mechanisms. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2012; 52(3): 213-48.
8. Vázquez-Flores, A.A., Álvarez-Parrilla, E., López-Díaz, J.A., Wall-Medrano, A., de la Rosa, L.A. Taninos hidrolizables y condensados: Naturaleza química, ventajas y desventajas de consumo. *Tecnociencia.* 2012; 6(2): 84-93
9. Khanbabaee, K. y van Ree, T. Tannins: Classification and definition. *Nat Prod Rep.* 2001; 18:641-649.
10. Jin, L., Wang, Y., Iwaasa, A.D., Xu, Z., Schellenberg, M.P., Zhang, Y.G., McAllister, T.A. Short Communication: Effect of condensed tannin on in vitro ruminal fermentation of purple prairie clover (*Dalea purpurea* Vent)–cool-season grass mixture. *Canadian Journal of Animal Science* 2013; 93(1): 155-158.
11. Larrosa, M., Tomás-Baberan, F.A., Espin, J.C. The dietary hydrolyzable tannin punicalagin releases ellagic acid that induces apoptosis in human colon adenocarcinoma Caco-2 cells by using the mitochondrial pathway. *J Nutr Biochem.* 2012; 17:611-625.
12. Jourdes, M., Pouysegue, L., Quideau, S., Mattivi, F., Truchado, P., Tomas-Baberan, F.A. Hydrolyzable tannins, Gallotannins, ellagitannins and ellagic acid (Ch. 20), en: Handbook of analysis of active compounds in functional foods. Nolet LML, Tol-drá F (Eds), Boca R, FL, USA.
13. Gil, M. I., Aguayo, E., y Kader, A. A. Quality changes and nutrient retention in fresh-cut versus whole fruits during storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2006; 54(12), 4284-4296.
14. Youngmok, K., Brecht, J.K., Talcott, S. Antioxidant phytochemical and fruit quality changes in mango (*Mangifera indica L.*) following hot water immersion and controlled atmosphere storage. *Food Chemistry* 2007; 105(4):1327–1334.
15. Carn, F., Guyot, A., Baron, S., Perez, J., Buhler, E., Zanchi, D. Structural properties of colloidal complexes between condensed tannins and polysaccharide hyaluronan. *Biomacromolecules* 2012; 13 (3): 751–75.
16. Ferrer-Gallego, R., Gonzalez, R., Rivas-Gonzalo, J.C., Escribano-Bailon, M.T., de Freitas, V. Interaction of phenolic compounds with bovine serum albumin (BSA) and α -amylase and their relationship to astringency perception. *Food Chem.* 2012; 135(2): 651-8.
17. Obreque-Slier, E., Pena-Neira, A., Lopez-Solis, R. Interactions of enological tannins with the protein fraction of saliva and astringency perception are affected by pH. *LWT-Food Sci Technol.* 2012; 45(1),88-93.
18. Ferreira, D., Coleman, C.M. Towards the synthesis of proanthocyanidins: half a century of innovation. *Planta Med.* 2011; 77(11): 1071-85.
19. Wang, Y., Zhang, H., Liang, H., Yuan, Q. Purification, antioxidant activity and protein precipitating capacity of punicalin from pomegranate husk. *Food Chem.* 2013; 138(1): 437-43.
20. Binkley, R.C., Ziepfel, J.C., Himmeldirk, K.B. Anomeric selectivity in the synthesis of galloyl esters of D-glucose. *Carbohydr Res.* 2009; 344(2): 237-9.
21. Niemetz, R. y Gross, G.G. Enzymology of gallotannin and ellagitannin biosynthesis. *Phytochemistry.* 2005; 66(17): 2001-11.
22. Hemingway, R.W., Laks, P.E. Plant polyphenols: Synthesis, properties, significance. Houghton, MI: Plenum Press. 1992; 59: 1045.
23. Garro-Galvez, J. M., Riedl, B., Conner, A.H. Analytical Studies on Tara Tannins. *Holzforschung.* 1997; 51(3): 235-243.
24. Bala, I., Bhardwaj, V., Hariharan, S., Kumar, M.N. Analytical methods for assay of ellagic acid and its solubility studies. *J Pharm Biomed Anal.* 2006; 40(1):206-10.
25. Okuda, T, Ido, H. Tannins of Constant Structure in Medicinal and Food Plants—Hydrolyzable Tannins and Polyphenols Related to Tannins. *Molecules* 2011; 16: 2191-2217.
26. Karonen, M., Parker, J., Agrawall, A., Salminen, J.P. First evidence of hexameric and heptameric ellagitannins in plants detected by liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometry. *Rapid Com Mass Spec.* 2010; 24: 3151-3156.
27. Juha-Pekka, S., Karonen, M., Sinkkonen, J. Chemical ecology of tannins. Recent developments in tannin chemistry reveal new structures and structure-activity patterns. *Chem Eur J.* 2011; 17(10): 2806 – 2816.
28. Motilva, M. J., Serra, A., y Macià, A. Analysis of food polyphenols by ultra-high-performance liquid chromatography coupled to mass spectrometry: An overview. *Journal of Chromatography A.* 2013; 1292: 66-82.
29. Shibata, T., Kawaguchi, S., Hama, Y., Inagaki, M., Yamaguchi, K., & Nakamura, T. Local and chemical distribution of phlorotannins in brown algae. *Journal of applied phycology* 2004; 16(4): 291-296.
30. Noel, V.T. y Se-Kwon, K. Potential pharmacological applications of polyphenolic derivatives from marine brown algae. *Environmental toxicology and pharmacology* 2011; 32(3): 325-335.
31. Target, N.M. y Arnold, T.M. Effects of secondary metabolites on digestion in marine herbivores. In: McClintock JB, Baker BJ, editors. Marine chemical ecology. Florida, USA: CRC Press. pp. 391–411.
32. Denzel, K. y Gross, G. Biosynthesis of gallotannins. *Planta* 1991; 184(2): 285-289.
33. Hervas, G. Los taninos condensados de quebracho en la nutrición de ovejas; efecto sobre la fermentación en el rumen la digestibilidad, toxicidad y utilización como protectores frente a la degradación ruminal. *Tesis* 2001, Universidad de León.
34. Engels, C., Schieber, A. y Ganzle, M. Inhibitory Spectra and Modes of Antimicrobial Action of Gallotannins from Mango

- Kernels (*Mangifera indica* L.). *Applied and Environmental Microbiology* 2011; 77(7): 2215–2223.
35. Mamaní, A., Filippone, M., Grellet, C., Welin, B., Castagnaro, A.P., Ricci, J.C. Pathogen-induced accumulation of an ellagitannin elicits plant defense response. *Mol Plant Microbe Interact* 2012; 25(11):1430-9.
 36. Loake, G. y Grant M. Salicylic acid in plant defence-the players and protagonists. *Current Opinion in Plant Biology* 2007; 10(5): 466-472.
 37. Rangel, G., Castro, E., Beltran, E., Reyes, H. y García, E. El ácido salicílico y su participación en la resistencia a patógenos en plantas. *Biológicas* 2010; 12(2): 90–95.
 38. Hagerman, A.E. Fifty years of polyphenol-protein complexes. In: Cheyneir V, SamiManchado P, Quideau S (eds) *Recent advances in polyphenol research* 2012; 3: 71-91.
 39. Goldstein, J. y Swain, T. The inhibition of enzymes by tannins. *Phytochemistry* 1965; 4:185–192.
 40. Ozdal, T., Capanoglu, E., y Altay, F. A review on protein-phenolic interactions and associated changes. *Food Research International* 2013; 51(2), 954-970.
 41. Barbehenn, R. y Constabel, P. Tannins in plant-herbivore interactions. *Phytochemistry* 2011; 72(13): 1551–1565.
 42. Wall-Medrano A, López-Díaz JA. 2014. Alimentación saludable y funcional (Capítulo 1), En: González-Aguilar GA, Vallejo-Córdoba B, González-Córdova AF, García HS, Álvarez-Parrilla E (Eds). Los alimentos funcionales: Un nuevo reto para la industria de alimentos. México: Trillas, Con los editores.
 43. Talcott, S. y Talcott, S. Caracterización por Espectroscopía de Masas y Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC) del Mango (*Mangifera Indica* L.) después de una Hidrólisis Enzimática. Texas A&M University, Department of Nutrition and Food Science. *Reporte* 2009.
 44. Mueller-Harvey, I. Analysis of hydrolyzable tannins. *Animal Feed Science and Technology* 2001; 91(1-2): 3-20.
 45. Poovarodom, S., Haruenkit, R., Vearasilp, S., Namiesnik, J., Cvikrova, M., Martincova, O., Ezra, A., Suhaj, M., Ruamsuke, P., Gorinstein, S. Comparative characterization of durian, mango and avocado. *International Journal of Food Science and Technology* 2010; 45(5): 921–929
 46. Dorta, E., Lobo, M.G. y Gonzales, M. Reutilization of mango byproducts: study of the effect of extraction solvent and temperature on their antioxidant properties. *J Food Sci* 2012; 77(1): 80-8.
 47. Stalikas C. Extraction, separation and detection methods for phenolic acids and flavonoids. *J.Sep.Sci* 2007; 30(18): 3268 – 3295.
 48. Sáyago-Ayerdi, S., Moreno-Hernández, C., Montalvo-González, E., García-Magaña, M., Mata-Montes de Oca, M., Torres, J., Pérez-Jiménez, J. Mexican 'Ataulfo' mango (*Mangifera indica* L) as a source of hydrolyzable tannins. Analysis by MALDI-TOF/TOF MS. *Food Research International* 2013; 51: 188–194.
 49. Sudjaroen, Y., Hull, W., Erben, W., Würtele, G., Changbumrung, S., Ulrich, C., Owen, R. Isolation and characterization of ellagitannins as the major polyphenolic components of Longan (*Dimocarpus longan* Lour) seeds. *Phytochemistry* 2012; 77: 226–237.
 50. FAO/IAEA. Quantification of Tannins in Tree Foliage. Documento de trabajo. 2000; 26.
 51. Salminen, J.P., Roslin, T., Karonen, M., Sinkkonen, J., Pihlaja, K., Pulkkinen, P. Seasonal variation in the content of hydrolyzable tannins, flavonoid glycosides, and proanthocyanidins in oak leaves. *J Chem Ecol.* 2004; 30(9):1693-711.
 52. Hartzfeld, P. W., Forkner, R., Hunter, M. D., & Hagerman, A. E. Determination of hydrolyzable tannins (gallotannins and ellagitannins) after reaction with potassium iodate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2002; 50(7), 1785-1790.
 53. Quirós-Sauceda, A. E., Palafox-Carlos, H., Sáyago-Ayerdi, S. G., Ayala-Zavala, J. F., Bello-Perez, L. A., Álvarez-Parrilla, E. y González-Aguilar, G. A. Dietary fiber and phenolic compounds as functional ingredients: interaction and possible effect after ingestion. *Food & Function* 2014; 5(6): 1063-1072.
 54. Velderrain-Rodríguez, G. R., Palafox-Carlos, H., Wall-Medrano, A., Ayala-Zavala, J. F., Chen, C. O., Robles-Sánchez, M. y González-Aguilar, G. A. Phenolic compounds: their journey after intake. *Food & function* 2014; 5(2): 189-197.
 55. Saura-Calixto, F., Serrano, J., y Goñi, I. Intake and bioaccessibility of total polyphenols in a whole diet. *Food Chemistry* 2007; 101(2): 492-501.
 56. Skopec, M. M., Hagerman, A. E., y Karasov, W. H. Do salivary proline-rich proteins counteract dietary hydrolyzable tannin in laboratory rats?. *Journal of chemical ecology* 2004; 30(9): 1679-1692.
 57. Soares, S., Mateus, N., y de Freitas, V. Interaction of different classes of salivary proteins with food tannins. *Food Research International* 2012; 49(2): 807-813.
 58. Da Costa, G., Lamy, E., e Silva, F. C., Andersen, J., Baptista, E. S., y Coelho, A. V. Salivary amylase induction by tannin-enriched diets as a possible countermeasure against tannins. *Journal of chemical ecology* 2008; 34(3): 376-387.
 59. Larrosa, M., García-Conesa, M. T., Espín, J. C., y Tomás-Barberán, F. A. Ellagitannins, ellagic acid and vascular health. *Molecular aspects of medicine* 2010; 31(6): 513-539.
 60. Krook, M. A., y Hagerman, A. E. Stability of polyphenols epigallocatechin gallate and pentagalloyl glucose in a simulated digestive system. *Food Research International* 2012; 49(1): 112-116.
 61. Martínez-Malverde, I., Periago, M.J., Ros, G. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. *ALAN* 2000; 50(1): 5-18 .
 62. Cerdá, B., Llorach, R., Cerón, J.J., Espín, J. C. y Tomás-Barberán, F.A. Evaluation of the bioavailability and metabolism in the rat of punicalagin, an antioxidant polyphenol from pomegranate juice. *Eur J Nutr.* 2003; 42(1):18-28.
 63. Griffiths, L.A. Y Barrow, A. Metabolism of flavonoid compounds in germ-free rats. *Biochem J.* 1972; 130(4): 1161-1162.
 64. González-Barrio, R., Truchado, P., García-Villalba, R., Hervás, G., Frutos, P., Espín, J. C. y Tomás-Barberán, F. A. Metabolism of oak leaf ellagitannins and urolithin production in beef cattle. *Journal of agricultural and food chemistry* 2012; 60(12): 3068-3077.
 65. Amakura, Y., Okada, M., Sumiko, T., Tonogai, Y. High-performance liquid chromatographic determination with photodiode array detection of ellagic acid in fresh and processed fruits. *J Chromatogr A* 2000; 896(1-2):87–93.
 66. Neveu, V., Perez-Jimenez, J., Crespy, V., Du Chaffaut, L., et al. Phenol-Explorer: an online comprehensive database on polyphenol contents in foods. *Database* 2010; Article ID bap024, doi:10.1093/database/bap024
 67. Cornell University. Tannins: fascinating but sometimes dangerous molecules. Departamento de ciencia animal. 2013 <http://www.ansci.cornell.edu/plants/toxicagents/tannin.html>. Consultado en línea el 4 de Enero de 2013.
 68. USDA. Database for the Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) of Selected Foods, Release 2. Agricultural Research Service. 2010
 69. Vatter, D.A. y Shetty, K. Ellagic acid production and phenolic antioxidant activity in cranberry pomace (*Vaccinium macrocarpon*) mediated by Lentinus edodes using a solid-state system. *Process Biochem* 2003; 39(3): 367-379.
 70. Funatogawa, K., Hayashi, S., Shimomura, H., Yoshida, T., Hatanoto, T., Ito, H., Hirai, Y. Antibacterial activity of hydrolyzable tannins derived from medicinal plants against *Helicobacter pylori*. *Microbiol. Immunol.* 2004; 48(4): 251 – 261.
 71. Chen, L.G., Liu, Y.C., Hsieh, C.W., Liao, B.C., Wung, B.S. Tannin 1-a-O-galloylpunicalagin induces the calcium-dependent activation of endothelial nitric-oxide synthase via the phosphatidylinositol 3-kinase/Akt pathway in endothelial cells. *Mol. Nutr. Food Res* 2008; 52(10): 1162–1171.
 72. Karlsson, S. Studies of prostaglandin E2 formation in human monocytes. *Tesis*, 2010; Karlstad University Studies.
 73. Fuhrman, B., Volkova, N., Aviram, M., Pomegranate juice polyphenols increase recombinant paraoxonase-1 binding to high-density lipoprotein: studies in vitro and in diabetic patients. *Nutr.* 2012; 26(4): 359–366.
 74. Shukla, M., Gupta, K., Rasheed, Z., Khan, K. A., Haqqi, T.M. Bioavailable constituents/metabolites of pomegranate (*Punica*

- granatum* L) preferentially inhibit COX2 activity *ex vivo* and IL-1beta-induced PGE₂ production in human chondrocytes *in vitro*. *Journal of inflammation* 2008; 5(9).
75. Bagri, P., Ali, M., Aeri, V., Bhowmik, M., Sultana, S. Antidiabetic effect of Punica granatum flowers: effect on hyperlipidemia, pancreatic cells, lipid peroxidation and antioxidant enzymes in experimental diabetes. *Food Chem Toxicol* 2009; 47(1): 50–4.
 76. Hebers, D., Navindra, P., Seeram, H.W., Henning, S.M., Zhang, Y., Ogden, L.G., Dreher, M., Hill, J.O. Safety and Antioxidant Activity of a Pomegranate Ellagitannin-Enriched Polyphenol Dietary Supplement in Overweight Individuals with Increased Waist Size. *J. Agric. Food Chem.* 2007; 55(24): 10050–10054.
 77. Hajimahmoodi, M., Oveisi, M.R., Sadeghi, N., Jannat, B., Nateghi, M. Antioxidant capacity of plasma after pomegranate intake in human volunteers. *Acta Med Iran* 2009; 47(2):125–32.
 78. Trombols, J.R., Barnes, J.N., Critchley, L., Coyle, E.F. Ellagitannins consumption improves strength recovery 2-3 d after eccentric exercise. *Official Journal of the American College of Sports Medicine* 2010; 42(3): 493-498.
 79. Kang, D. G., Moon, M. K., Choi, D. H., Lee, J. K., Kwon, T. O., & Lee, H. S. Vasodilatory and anti-inflammatory effects of the 1, 2, 3, 4, 6-penta-O-galloyl-β-D-glucose (PGG) via a nitric oxide-cGMP pathway. *European journal of pharmacology* 2005; 524(1-3): 111-119.
 80. Formentini, L., Arapistas, P., Pittelli, M., Jacomelli, M., Pitozzoli, V., Menichetti, S., Romani, A., Giovannelli, L., Moroni, F., Chiarugi, A. Mono-galloyl glucose derivatives are potent poly(ADP-ribose) glycohydrolase (PARG) inhibitors and partially reduce PARP-1-dependent cell death. *British Journal of Pharmacology* 2008; 155(8): 1235–1249.
 81. Mizushina, Y., Zhang, J., Pugliese, A., Sung-Hoon, K., Lu, J. Anti-cancer gallotannin penta-O-galloyl-beta-D-glucose is a nanomolar inhibitor of select mammalian DNA polymerases. *Biochemical Pharmacology* 2010; 80(8): 1125–1132.
 82. Al-Halabi, R., Chedid, M. B., Merhi, R. A., El-Hajj, H., Zahr, H., Schneider-Stock, R. Bazarbachi A & Gali-Muhtasib, H. Gallotannin inhibits NFκB signaling and growth of human colon cancer xenografts. *Cancer Biology & Therapy* 2011; 12(1): 59-68.
 83. Castañeda, D.M., Pombo, L.M., Urueña, C.P., Hernandez, J.F., Fiorentin, S. A gallotannin-rich fraction from *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze displays cytotoxic activity and raises sensitivity to doxorubicin in a leukemia cell line. *Complementary and Alternative Medicine* 2012; 10 :38.
 84. Hu, H., Hyo-Jeong, L., Cheng, J. Penta-1,2,3,4,6-O-galloyl-β-D-glucose induces p53 and inhibits STAT3 in prostate cancer cells *in vitro* and suppresses prostate xenograft tumor growth *in vivo*. *Mol Cancer Ther* 2008; 7: 2681-2691
 85. Chai, Y., Lee, H. J., Shaik, A. A., Nkhata, K., Xing, C., Zhang, J. Y. Lü, J. Penta-O-galloyl-β-D-glucose induces G1 arrest and DNA replicative S-phase arrest independently of P21 cyclin-dependent kinase inhibitor 1A, P27 cyclin-dependent kinase inhibitor 1B and P53 in human breast cancer cells and is orally active against triple-negative xenograft growth. *Breast Cancer Research* 2010;12(5): 67.
 86. Bin-Chuan, Ji., Wu-Huei, H., Jing-Gung, C. Gallic acid induces apoptosis via caspase-3 and mitochondrion-dependent pathways *in vitro* and suppresses lung xenograft tumor growth *in vivo*. *J Agric Food Chem* 2009; 57(16):7596-604.
 87. Chanda, D. Anticancer activity, toxicity and pharmacokinetic profile of an indanone derivative. *Eur J Pharm Sci.* 2012; 47(5): 988-95.
 88. Urueña, C., Mancipe, J., Hernandez, J., Castañeda, D., Pombo, L., Gomez, A., Asea, A., Fiorentino, S. Gallotannin-rich *Caesalpinia spinosa* fraction decreases the primary tumor and factors associated with poor prognosis in a murine breast cancer model. *BMC Complement Altern Med.* 2013; 3(1): 74.



Revisión

El mango: aspectos agroindustriales, valor nutricional/funcional y efectos en la salud

Abraham Wall-Medrano¹, Francisco J. Olivas-Aguirre¹, Gustavo R. Velderrain-Rodríguez², A. González-Aguilar², Laura A. de la Rosa¹, José A. López-Díaz¹ y Emilio Álvarez-Parrilla¹

¹Instituto de Ciencias Biomédicas-Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Chihuahua. ²Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Hermosillo, Sonora. México.

Resumen

Objetivo: Revisar y discutir la información más reciente sobre el valor agroindustrial, funcional y nutricional de uno de los frutos de mayor cultivo, exportación y consumo en México: el Mango.

Métodos: Se realizó una búsqueda en diversas bases de datos (PubMed, Cochrane, ScienceDirect) y documentos de libre acceso (Google Scholar) sobre *Mangifera indica L.* Esta información fue posteriormente sub-clasificada en aspectos agroindustriales, nutricionales, funcionales y efectos a la salud.

Resultados: Uno de cada veinte mangos consumidos mundialmente, es mexicano. “Ataulfo” es la variedad la de mayor importancia agronómica. El procesamiento mínimo de su pulpa (MP) genera residuos de cáscara (MC) y semilla con alto potencial nutraceutico. MP y MC son buenas fuentes de ascorbato, fructosa, fibra dietarias soluble (MP, almidones y ramnogalacturonanos) e insoluble (MC, ligninas y hemicelulosa) y lípidos funcionales (MP). MP y MC poseen un perfil de compuestos fenólicos (CF) monoméricos (MP) como el ácido gálico y el protocatehuico y poliméricos (MC) como la β -PGG asociados con efectos anti-obesigénicos, anti-inflamatorios, anti-cancerígenos y anti-diabéticos. Estos beneficios son dependientes de la bioaccesibilidad (liberación de su matriz alimentaria) y destino metabólico (biodisponibilidad) de estos CF.

Discusión: El mango resulta una valiosa fuente de compuestos antioxidantes con comprobado beneficio a la salud. Sin embargo, factores como la variedad, temporalidad de cultivos, tratamientos pre y post-cosecha, extracción de bioactivos y algunas barreras fisiológicas pueden modificar su potencial nutraceutico.

(Nutr Hosp. 2015;31:67-75)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7701

Palabras clave: Mango. *Mangifera indica L.* antioxidantes. Alimento funcional. Frutas tropicales.

MANGO: AGROINDUSTRIAL ASPECTS, NUTRITIONAL/FUNCTIONAL VALUE AND HEALTH EFFECTS

Abstract

Objective: To review and discuss the latest information on agroindustrial, functional and nutritional value of one of the most produced/consumed fruit crop in México: The mango.

Methods: A search was conducted in several databases (PubMed, Cochrane, ScienceDirect) and public repositories (Google Scholar) on *Mangifera indica L.* This information was further sub-classified into agroindustrial, nutritional, functional aspects and health effects.

Results: One out of twenty mangoes consumed worldwide is Mexican. The variety “Ataulfo” variety is the most important crop. Minimal processing of its pulp (MP) generates peel (MC) and seeds as biowastes, which have nutraceutical potential. MP and MC are good sources of ascorbate, fructose, soluble (MP, starches and rhamnogalacturonans) and insoluble (MC, lignin and hemicelluloses) dietary fibers as well as functional lipids (MP). MP and MC are good sources of monomeric (MP) phenolic compounds (PC) such as gallic and protocatehuic acids and polymeric PC (MC) such as β -PGG with associated anti-obesigenic, anti-inflammatory, anti-carcinogenic and anti-diabetic potential. However, these benefits are dependent on their bioaccessibility (release from its food matrix) and metabolic fate (bioavailability).

Discussion: Mango is a valuable source of antioxidant compounds with proven health benefits. However, factors such as its variety, seasonality, pre and post-harvest handling, extraction of bioactives and some physiological barriers, can modify their nutraceutical potential.

(Nutr Hosp. 2015;31:67-75)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7701

Keywords: Mango. *Mangifera indica L.* Antioxidants. Functional food. Tropical fruits.

Correspondencia: Abraham Wall-Medrano.
Anillo Envolverte del Pronaf y Estocolmo.
Ciudad Juárez.
(32300) Chihuahua, México.
E-mail: awall@uacj.mx

Recibido: 21-VI-2014.
Aceptado: 23-VII-2014.

Abreviaturas

AA:	Acido ascórbico
AAP:	Actividad antiproliferativa
AG:	Acido gálico
CAT:	Carotenoides
CAOX:	Capacidad antioxidante
CF:	Compuestos fenólicos
ECV:	Enfermedades cardiovasculares
GT:	Galotaninos
MC:	Mango cáscara
MP:	Mango pulpa
MS:	Mango semilla
ORAC:	Oxygen radical absorbance capacity
PGG:	β -1,2,3,4,6-Pentagalolil-O-Glucopiranosas
TC:	Taninos condensados
TH:	Taninos hidrolizables

Introducción

La influencia de la dieta en la prevención y tratamiento de enfermedades es cada día más contundente. Esto es atribuido a muchas sustancias presentes en los alimentos que de forma sinérgica actúan sobre el metabolismo intermediario y xenobiótico. Entre estas sustancias se encuentran aquellas con capacidad antioxidante (CAOX) las cuales eliminan o inactivan radicales libres, previniendo con esto el desarrollo de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo como la diabetes mellitus II, las enfermedades cardiovasculares (ECV) y el cáncer¹. En particular, el beneficio antioxidante por el consumo de alimentos de origen vegetal se ha respaldado por numerosos estudios analíticos (principios bioactivos), epidemiológicos (papel protector) e intervencionales (dosis-efecto), de donde el efecto del consumo de frutas, particularmente el de frutas tropicales²⁻³ y bayas silvestres⁴ es cada día más contundente.

El mango (*Mangifera indica L.*) aporta sustancias con alta CAOX y anti proliferativa (AAP). Investigaciones concluyen que esto se debe a la presencia de diversos compuestos fenólicos (CF) y provitaminas⁵ cuyo tipo y cantidad difiere por la variedad de mango y parte de la planta⁶, su estado de madurez⁷⁻⁸ y su manejo pre y post cosecha^{9,10}. Sin embargo, la presencia simultánea de estos compuestos con otras macromoléculas afecta seriamente su bioaccesibilidad y biodisponibilidad¹¹⁻¹³. En el presente artículo se ofrece y discute la información más reciente (revisión sistemática) sobre el valor agroindustrial, funcional y nutricional del mango, uno de los frutos más consumidos y de mayor cultivo para consumo y exportación en México¹⁴⁻¹⁶.

Aspectos agroindustriales

El mango (*Mangifera indica L.*), originario de Asia, fue introducido al continente americano por los espa-

ñoles en el siglo XVII. A pesar de no ser un cultivo nativo del continente americano ha llegado a ocupar un lugar primordial en su producción y consumo¹⁷. De acuerdo con proyecciones de la FAO, 78% de las 82 millones de toneladas de frutos tropicales que se producirían en el 2014 serían de mango, piña, aguacate y papaya, mientras que un 22% lo serían de otros frutos tales como lichi, rambután y guayaba¹⁸. En particular, las exportaciones de mango a nivel mundial alcanzaron los 27 y 38 millones de toneladas en el 2008 y 2011, respectivamente¹⁹⁻²⁰, siendo el segundo producto tropical después del plátano, de mayor producción y popularidad.

Mientras que India es el principal productor, México el principal exportador y la unión europea/EUA los principales importadores de mango¹⁴. Se estima que uno de cada 20 mangos que se consumen en el planeta, son mexicanos¹⁶. El valor de la producción de este fruto mexicano alcanzó en 2011 los cuatro mil 18 millones de pesos con una exportación total de 273,122 toneladas de una superficie cultivada de 180 mil Has particularmente en Guerrero, Nayarit, Chiapas, Oaxaca, Sinaloa, Veracruz y Michoacán¹⁵. Las variedades más importantes en México son *Ataulfo* (que representa 1/4 mangos mexicanos y cuenta además con denominación de origen), *Manila*, *Tommy Atkins*, *Hayden* y *Kent*. Conjuntamente aportan ~60% de la producción nacional¹⁵. Previendo que este es un fruto climatérico, su manejo postcosecha requiere que este producto sea cortado en estadios tempranos de maduración para lograr su mayor vida de anaquel. Sobre esto último, se han sugerido diversos métodos para prolongar la vida de anaquel y garantizar el perfil nutricional y fitoquímico. La aplicación de subproductos (extractos) del mismo mango²¹, tratamientos por inmersión en agua caliente²² o refrigeración^{10,19}, en lo que a concentración y preservación de compuestos bioactivos se refiere²³.

Del total de la producción de este fruto, 13.5% se destina a la industrialización: En 2011 se generaron 194 mil toneladas de jugos con un valor de 1 776 millones de pesos y casi 16 mil toneladas de conservas de mango con un valor de 152 millones 892 mil pesos, aunque una buena parte es consumida en fresco o derivados secos^{17,24}. Aparte de estas cifras, la industria de procesamiento mínimo de alimentos ha reforzado a la agroindustria del mango, mediante la transformación a pulpa de mango (MP) "listo para consumir"²⁵. Sin embargo, pese a que la demanda de mangos mínimamente procesados tiene un crecimiento exponencial, todavía existen varios problemas asociados a su baja vida de anaquel^{19,26,27} y calidad microbiológica²¹ de su pulpa (MP), así como la generación de residuos agroindustriales como lo son su cáscara (MC) y semilla (MS)²⁸. Sobre este respecto, la generación de residuos del procesamiento mínimo de alimentos tropicales oscila entre un 20 y un 65% del peso total en papaya y piña²¹ mientras que para el caso del mango (MC+MS) es de un 32%²⁹.

Valor nutricional

En la Tabla I se muestra la composición nutrimental (x 100g) del mango promedio reportado en la *National Nutrient Database for Standard References*³⁰. La pulpa (MP) y cáscara (MC) de mango tienen un elevado porcentaje de humedad (74-87%)^{14,29,30} y carbohidratos (15-23%) pero escaso contenido de proteínas (0.40-0.80) y lípidos (0.3-1.0). MP y MC de la variedad *Ataulfo* contienen ~14 y 8 g/100g de carbohidratos simples (principalmente fructosa)²⁹. El contenido de lípidos en base seca es particularmente mayor en MP que en MC (~50% mas) lo que justifica sus diferencias en contenido calórico (102 y 68 kcal/100g), al menos para el caso del mango *Ataulfo*²⁹. Vilela y colaboradores¹⁴ reportaron que en extractos lipofílicos pulpa de mango Tommy Atkins y 11 variedades más, las especies predominantes son esteroides glicosilados (45-71%) y ácidos grasos (23-42%), suficiente para aportar 9.5-38.2 mg y 0.7-3.9 mg de fitoesteroides (libres+glicosilados) y ácidos grasos (ω -3 and ω -6) por cada 100g de mango fresco. Aunque el mango no representa una fuente rica en proteína, recientemente se ha reportado mediante estudios proteómicos³¹ que existen varios péptidos traza con una diversidad de funciones para la planta tanto que, de manera diferencial, ocurren en MC algunas proteínas de unión a DNA, transferasas, reguladores de transcripción, transporte y varios reguladores metabólicos y en MP proteínas involucradas en el metabolismo de carbohidratos, función en cloroplastos, peroxidasas y estrés oxidativo y otras que ocurren tanto en MP como MC (e.g. oxido-reductasas).

El mango también es una importante fuente de fibra dietaria, siendo esta particularmente soluble en MP (pectinas, almidones) e insoluble en MC (ligninas y hemicelulosa). Aparte de su alto contenido en fructosa, sacarosa y glucosa, MP es reconocida por ser una fuente de heteropolisacáridos de ácido urónico y azúcares neutros (pectinas) para la industria de alimentos en donde comúnmente se usan las pectinas cítricas. Estos polisacáridos varían durante el proceso de maduración de tal forma que, al menos en mango *Kent*, se presen-

tan cambios en la solubilidad y grado de polimerización de polisacáridos pécticos y hemicelulósicos, siendo arabinosa el principal azúcar neutro es hasta 250 mg/100g PF³². MP y MC también son buenas fuentes de ramnolacturonanos²⁸.

Por último, el mango además se caracteriza por presentar un contenido elevado de vitaminas y minerales (tales como ácido ascórbico, tiamina, riboflavina, niacina y β -carotenos³³ (Tabla I,II). En particular, el mango en casi todas sus variedades es una fuente rica de ácido ascórbico (AA) y carotenoides (CAT) que, aunados a sus compuestos fenólicos, hacen sinergia específica en la CAO total de cada variedad^{19,26,34}. Cien gramos de MP es suficiente para cubrir el 146, 69 y 45 % de la ingesta diaria recomendada de ácido ascórbico en Mexicanos de 4-8, 9-18- y 19-50 años respectivamente. Sin embargo, existe una gran variabilidad en la composición nutrimental del mango producto de factores edafológicos, climáticos, estado de madurez, variedad y en incluso en la posición de los frutos en un mismo árbol³⁵.

Valor funcional

El mango no solo es rico en estos nutrientes, sino que además tienen altos contenidos de otros fitoquímicos que no son nutrientes y confieren un beneficio a la salud; razón por la cual su consumo es esencial para que el organismo humano funcione en forma adecuada³⁶⁻³⁸. Dicho lo anterior, sus componentes funcionales se pueden agrupar en dos principales grupos: A) Ingredientes funcionales nutritivos (como los mencionados en la Tabla I) Ingredientes funcionales no nutritivos (e.g. fibra dietaria y CF). En lo que a CF y vitaminas antioxidantes (β -CAT, α -tocoferoles y AA) se refiere, distintos factores genéticos y ambientales modifican su cantidad en el mango: Condiciones de cultivo, el estado de maduración del fruto, exposición a la luz por mencionar solo algunos ejemplos. Sin embargo es posible encontrar un perfil de estructuras químicas bastante homogéneo entre diversas variedades de mango^{7,8,22,26,39,40}.

Tabla I
Composición nutrimental promedio de pulpa de mango (x100g)

Macronutrientes (g)		Minerales (mg)		Vitaminas (mg)			
Agua	83.5	Ca	11	AA	36.4	A (EqR)	54
Proteína	0.8	Fe	0.16	Tiamina	0.03	A (IU)	1082
Grasa	0.4	Mg	10	Riboflavina	0.04	E	0.9
CHOS	15.0	P	14	Niacina	0.67	K (μ g)	4.2
Fibra	1.6	K	168	B6	0.12	D (μ g)	0
Azúcares	13.7	Na	1	Folatos (μ g)	43	B12 (μ g)	0
Energía (Kcal)	60	Zn	0.09				

Fuente³⁰ (Mangos, Raw: 09176); Carbohidratos (CHOS)

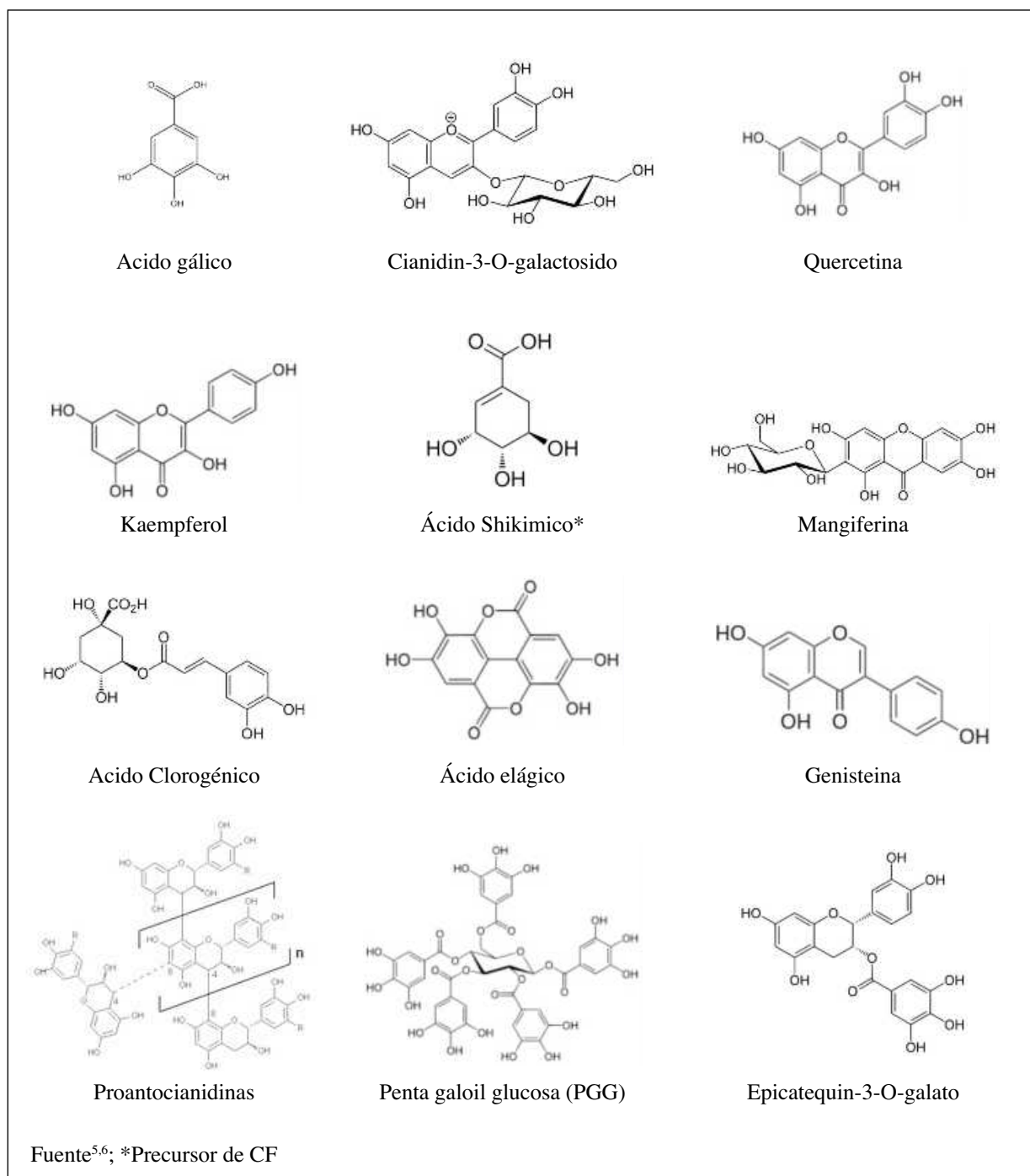


Fig. 1.—Estructuras representativas de compuestos fenólicos.

Los principales CF encontrados en MP incluyen al ácido clorogénico (~154.5 mg/100g PS), el ácido gálico, el vanílico y el protocateíco en orden de abundancia. De igual manera en MC es posible encontrar derivados del ácido gálico, en su mayoría taninos hidrolizables (TH) de entre 5 y 13 unidades además de mangiferina^{7,8,38,41,42}. Los TH y los condensados (TC) ejercen funciones de defensa en las plantas ante depredadores o anti microbianas mientras que en los humanos cumplen con diversas funciones nutraceuticos en complemento a

otros CF como la mangiferina que también está presente en MC⁵. Estas y otras estructuras presentes en MC y/o en MP se muestran en la Figura 1, mientras que en la Tabla II⁴³ se muestra un comparativo del contenido de flavonoides y vitaminas antioxidantes entre varios frutos incluyendo MP. Cabe mencionar que la distribución de estos compuestos se encuentra en mayor proporción en MC en comparación MP, sin mencionar el aumento directamente proporcional a la maduración en ambas partes del fruto^{29,44}. Por último, la variedad de mango es

Tabla II
Contenido de flavonoides y vitaminas antioxidantes de distintos frutos.

	Ar	Du	Kw	MP	Mz	Na	Tu
Cianidina ^b	41.8	1.6		0.1	0.76		
Delfinidina ^b	7.7			0.02	0.01		
Catequina ^b	1.2	4.9		1.72	0.56		
Luteolina ^b	0.1			0.02	0.17	1.11	
Kaempferol ^b	0.1			0.01	0.2	0.01	0.2
Miricetina ^b	6.8			0.03	0.01	2.1	
β-Caroteno*		162	52	445	27	71	25
α-Tocoferol ^A		0.7		1.1	0.2	0.2	
Acido Ascórbico ^A		28	98	80	11		

Arandanos (Ar), Durazno (Dz), Kiwi (Kw), Mango (MP) Manzana (Mz), Naranja (Na), Tuna (Tu); ^b μg/ 100 g PF; * BG/ 100 g PF; ^A mg/100 g PF. Fuente⁴³

un factor determinante en el perfil de CF y CAOX del mango. Sobre esto, Norato y colaboradores⁴⁵ demostraron la superioridad de la variedad *Ataulfo* sobre otras variedades de mango (Figura 2).

Sin embargo, la potencialidad funcional de MC o MP dependerá grandemente de la bioaccesibilidad (liberación de CF de la matriz alimentaria) y biodisponibilidad (absorción y biotransformación) de los CF del mango. Por ejemplo, es bien sabido que el tipo y características de la fibra dietaria y los carbohidratos amiláceos del mango provocara un atrapamiento de sus CF que, de no inhibir las correspondientes interacciones, provocaran que una buena parte del aporte antioxidante de MC y MC queden asociados a estos carbohidratos complejos y no sean absorbibles a nivel de intestino delgado^{11,12,46}. La solubilidad en jugos gástricos, la masticación, las enzimas así como el pH, influyen de manera positiva la bioaccesibilidad de los CF. Sin embargo, varios CF tienen capacidad inhibitoria sobre

varias enzimas claves en la hidrólisis de carbohidratos como la α-amilasa y la α-glicosidasa^{47,48} y de proteínas y lípidos como la pepsina, tripsina y lipasa⁴⁹. En cualquier caso, se estima que entre un 56-57% del los CF de MP¹¹ se liberan a nivel gástrico-intestinal y por ende pueden ser metabolizados por diversas células blanco posterior a su absorción.

Efectos en la salud

Actualmente, hay una marcada tendencia en la industria de los alimentos hacia el desarrollo y fabricación de productos funcionales a partir de frutos tropicales. Esto es debido al creciente interés de los consumidores por alimentos “saludables”⁵⁰. En varias investigaciones realizadas en los últimos años ha sido reportado un sin número de efectos benéficos relacionados directamente con los CF y actividad antioxi-

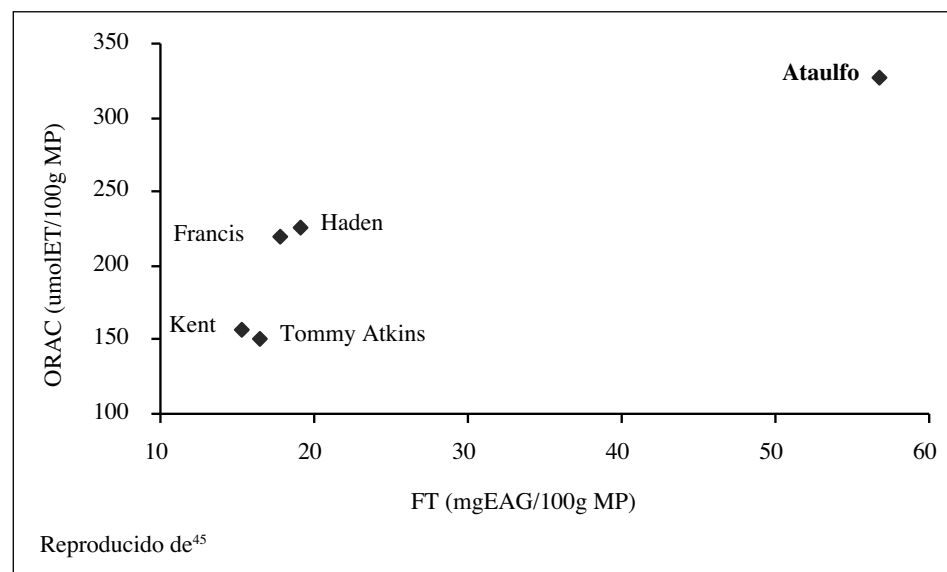
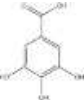
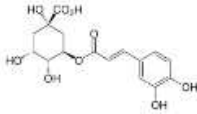
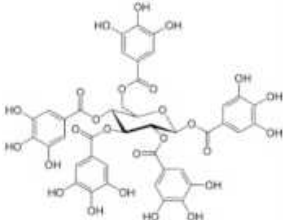


Fig. 2.—Fenoles totales (FT) y capacidad antioxidante (ORAC) de 5 variedades de mango cultivado en México. Mango pulpa (MP).

Tabla III

Actividad de los principales compuestos presentes en el Mango

<i>CF</i>	<i>Mecanismo/Efecto</i>
	<p>Anti-cáncer: Induce apoptosis dosis-dependiente, cambios en la morfología celular y pérdida de viabilidad en células cancerígenas de próstata, colon y pulmón.</p> <p>Anti-inflamatorio: Suprime la expresión de citoquinas inflamatorias</p> <p>Protección al DNA: Reducción de riesgo por radiaciones</p>
	<p>Anti-obesidad: Regulación sobre el metabolismo de la glucosa y lípidos</p>
	<p>Anti-diabetes: Estimula transporte de glucosa y disminuye adipogénesis por un efecto mimético a la insulina por PGG</p> <p>Anti-inflamatorio: PGG muestra potencial anti-inflamatorio inhibiendo la actividad de Cox-2</p>

Fuente ⁵¹⁻⁶¹

dante del mango, algunos de los cuales se resumen en la Tabla III⁵¹⁻⁶¹. Estos efectos incluyen regulación del metabolismo de nutrientes, disminución en mediadores de inflamación y de riesgo cardiovascular. Sobre este último beneficio, por ejemplo, se ha demostrado recientemente que 1 mango entero o fresco-cortado al día por un espacio de 30 días puede reducir en un 37-38% el nivel de triglicéridos y VLDL circulantes en personas jóvenes normolipidémicas. Este beneficio resulta de la posible acción sinérgica de la carga antioxidante del plasma⁶² con la ingestión simultánea de ciertos ácidos grasos y fitoesteroles presentes en MP¹⁹.

Además, al menos MP, protege frente al daño de ADN y con esto disminuye el riesgo de neoplasias. Esta última particularmente ha sido foco de atención en diversos estudios en donde los esfuerzos se orientan a la elucidación de los mecanismos antiproliferativos (APP) los cuales se basan básicamente en dos vías: A) inhibición del ciclo celular (en distintas fases) y B) activación de proteínas pro apoptóticas (Tabla IV)⁶³⁻⁶⁷. Cabe señalar en este sentido que, en la literatura científica se asume de forma casi generalizada que la naturaleza de los CF del mango determina su AAP individual en diversas líneas celulares^{63,67,68}. Sobre este respecto,

Tabla IV

Evaluación antiproliferativa (AAP) in vitro e in vivo de CF del mango

<i>Modelo</i>	<i>AOX</i>	<i>Dosis</i>	<i>Resultado</i>
Xenoinjerto tumorales	AG	50-500 mM	Activación de Caspasa 3
C. inducido	AG	50 mg/kg	Inhibe crecimiento de tumor 54.3%
Xenoinjerto tumoral	AG	0.3-1% w/v	inhibe crecimiento de tumor
C. Colon	AG	0 -100 mg	Inhibe NF-κB, ICAM-1, VCAM-1
C. Páncreas	AG	6,25 y 25,0 mg / ml.	Activación de Caspasas y Bax. Inducción a muerte celular
C. Colon, mama, Pulmón, Próstata	AG	5 mg GAE/L	Efecto pro-apoptótico y anti-proliferativo en células cancerosas sin afectar sanas
C. Leucemia	AG	-	Inhibición ciclina D y E, además de activación de Caspasas
C. Hígado	AG	-	Muerte celular inducida por Bax.
C. Leucemia	GT	62.5 μg/ml	Activación de Caspasa 3
C. Colon	GT	40- 80 μg/ml	Suprime la activación de NF-κB

Fuente⁶³⁻⁶⁷. Ácido gálico (AG), Galotanino (GT), Cáncer (C)

Noratto y colaboradores⁴⁵ evaluaron la CAOX de MP de las variedades “Francis”, “Kent”, “Ataulfo”, “Tommy Atkins” y “Haden” y la AAP solo de Ataulfo y Headen que resultaron las de mayor CAOX (ORAC, 327 y 226 μmol equivalentes trolox/100 g de MP, respectivamente) en células cancerígenas de leucemia (Molt-4), pulmón (A-549), mama (MDA-MB-231), próstata (LnCap) y miofibroblastos de colon (SW-48). Todas las líneas fueron susceptibles de inhibición particularmente con mango Ataulfo (SW480/Molt-4/MDA-MB-231 > A549/LnCap) y Haeden (SW480/Molt-4 > A549/LnCap/MDA-MB-231) dentro del rango de 0-42 mgEAG/ml.

Discusion

El mango es un alimento funcional con valor agregado que ha sido subestimado en el terreno de la prevención a la salud. Su cáscara (MC) resulta una excelente fuente no solo de CF sino también de fibra igual o mejor que lo ya reportado en la literatura científica formal para el caso de su pulpa (MP). Como parte de una alimentación balanceada y funcional, el consumo de mango completo (MC+MC) podría tener mucho mejores beneficios que el consumo de MP mínimamente procesada. Ahora bien, como fuentes de compuestos nutraceuticos, ambas poseen un perfil específico para el tratamiento de patologías de forma diferencial debido a que aparentemente la biodisponibilidad de ambas es aparentemente distinta, producto de sus diferencias en bioaccesibilidad y biodisponibilidad. Establecer procesos eficientes para el procesamiento del mango y para la extracción de estos compuestos bioactivos tanto de MC como MP es una ardua pero retribuable labor, por el potencial nutraceutico que estas materias primas representan.

Agradecimientos

Los autores expresan su gratitud por el financiamiento otorgado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca escolar otorgada al primer autor y por el apoyo económico recibido del Dr. Gustavo González-Aguilar mediante el proyecto 179574 de Investigación Científica Básica 2012: “Nutri genómica e Interacciones Moleculares de fenoles y fibra dietaria del mango Ataulfo (*Mangifera indica* L.) en un sistema murino”, de donde deriva el presente artículo de revisión.

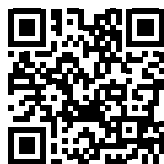
Referencias

1. Sánchez-Valle, V. y Méndez-Sánchez, N. Estrés oxidativo, antioxidantes y enfermedad. *Rev Invest Med Sur Mex.* 2013; 20(3): 161-168.
2. Olivas-Aguirre, F., Velderrain-Rodríguez, G., Wall-Medrano, A., Gonzalez-Aguilar, G., Robles-Zepeda, R. y Astiazaran-García, H. Antioxidant and anti-proliferative capacity of

- extractable phytochemicals from tropical fruits (pineapple, mango and papaya) *FASEB*; 2014; 28(1): 1045-18.
3. Slavín, J.L. y Lloyd, B. Health benefits of fruits and vegetables. *Adv Nutr.* 2012; 3(1): 506-516.
4. Szajdek, A., Borowska, E. J. Bioactive compounds and health-promoting properties of berry fruits, a review. *Plant Foods Human Nutr.* 2008; 63(4): 147-156.
5. Masibo, M. y He, Q. Major mango polyphenols and their potential significance to human health. *Comp Rev Food Sci Food Safety* 2008; 7(4): 309-319.
6. Pierson, J. T., Monteith, G. R., Roberts-Thomson, S. J., Dietzgen, R. G., Gidley, M. J., y Shaw, P. N. Phytochemical extraction, characterisation and comparative distribution across four mango (*Mangifera indica* L.) fruit varieties. *Food Chem.* 2014; 15 (149): 253-263.
7. Palafox-Carlos, H., Yahia, E., Islas-Osuna, M.A., Gutiérrez-Martínez, P., Robles-Sánchez, M., González-Aguilar, G.A. Effect of ripeness stage of mango fruit (*Mangifera indica* L. cv. Ataulfo) on physiological parameters and antioxidant activity. *Sci Hortic.* 2012a; 135: 7-13.
8. Palafox-Carlos, H., Yahia, E. M. y González-Aguilar, G. A. Identification and quantification of major phenolic compounds from mango (*Mangifera indica*, cv. Ataulfo) fruit by HPLC-DAD-MS/MS-ESI and their individual contribution to the antioxidant activity during ripening. *Food Chem.* 2012b; 135: 105-111.
9. FAO. Mango, post-Harvest operations. Fao.org 2002 http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/inpho/docs/Post_Harvest_Compendum_-_Mango.pdf. Consultado el 16 de Octubre del 2012.
10. González-Aguilar, G., Robles-Sánchez, R. M., Martínez-Téllez, M. A., Olivas, G. I., Álvarez-Parrilla, E. y De La Rosa, L. A. Bioactive compounds in fruits, health benefits and effect of storage conditions. *Stewart Postharvest Rev.* 2008a; 4(3): 1-10.
11. Velderrain-Rodríguez, G., González-Aguilar, G., Ayala-Zavala, J., Wall-Medrano, A., Astiazaran-García, H., Robles-Sánchez, R., Sayago-Ayerdi, S. The bioaccessibility of phenolic compounds from pineapple, mango and papaya are not compromised by their dietary fiber but to their amylose carbohydrates. *Faseb J*, 2014a; 28: 1044.23.
12. Velderrain-Rodríguez, G. R., Palafox-Carlos, H., Wall-Medrano, A., Ayala-Zavala, J. F., Chen, C. O., Robles-Sánchez, M., Astiazaran-García, H., Álvarez-Parrilla, E. y González-Aguilar, G. A. Phenolic compounds, their journey after intake. *Food & function* 2014b; 5(2): 189-197.
13. Quirós-Sauceda, A. E., Palafox, H., Sayago, S., Ayala-Zavala, J. F., Bello-Pérez, L. A., Álvarez-Parrilla, E., de la Rosa, L., González-Córdova, A.F y González-Aguilar, G. A. Dietary fiber and phenolic compounds as functional ingredients, interaction and possible effect after ingestion. *Food & function* 2014; 5(6): 1063-1072.
14. Vilela, C., Santos, S.A.O., Oliveira, L., Camacho, J.F., Cordeiro, N., Freire, C.S. y Silvestre, A.J.D. The ripe pulp of *Mangifera indica* L., A rich source of phytosterols and other lipophilic phytochemicals. *Food Res Int.* 2013; 54(2), 1535-1540.
15. Zavala, L. México, quinto productor mundial de mango. Unión campesina, consultado. [Conexionenlineaunioncampesina.com](http://www.conexionenlineaunioncampesina.com) 2012. http://www.conexionenlineaunioncampesina.com/noticias/index.php?option=com_content&view=article&id=8797,méxico-quinto-productor-mundial-de-mango&catid=56,agrarias&Itemid=86. Consultado el 6 de Mayo del 2014
16. Bosque, M. Logra el país Segundo lugar en exportación de mango. El Diario de Ciudad Juárez, 15 de Mayo del 2012.
17. SEDER. Mango perfil comercial. Seder.col.gob.mx 2010. <http://seder.col.gob.mx/seder2012/comercializacion/perfiles/Mango.pdf>. Consultado el 6 de Mayo del 2014.
18. Fresh-Plaza. World production of tropical fruit expected to increase in 2014. Freshplaza.com., 2014. <http://www.freshplaza.com/article/101367/World-production-of-tropical-fruit-expected-to-increase-in-2014>. Consultado el 19 de Abril del 2014.
19. Robles-Sánchez, R.M., Islas-Ozuna, M.A., Astiazaran-García, F.A, Vázquez-Ortiz, F.A., Martín-Belloso, O., Gorinstein, S. y González-Aguilar, G.A. Quality index, consumer accepta-

- bility, bioactive compounds, and antioxidant activity of fresh-cut "Ataulfo" Mangoes (*Mangifera indica* L.) as affected by low-temperature storage. *J Food Sci*, 2009a; 74(3): 126-134.
20. FAOSTAT. FAO statistical databases agriculture. Fao.org 2011. <http://www.fao.org/corp/statistics/>. Consultado en Mayo del 2013.
 21. Ayala-Zavala, F.J., Rosas-Domínguez, C., Vega-Vega, V., González-Aguilar, G. Antioxidant enrichment and antimicrobial protection of fresh-cut fruits using their own byproducts, looking for integral exploitation. *J Food Sci*, 2010; 75(8), 175-181.
 22. Kim, Y., Lounds-Singleton, A.J. y Talcott, S.T. Antioxidant phytochemical and quality changes associated with hot water immersion treatment of mangoes (*Mangifera indica* L.). *Food Chem*, 2009; 115(3): 989-993.
 23. Shofian, N. M., Hamid, A. A., Osman, A., Saari, N., Anwar, F., Pak Dek, M. S. y Hairuddin, M. R. Effect of freeze-drying on the antioxidant compounds and antioxidant activity of selected tropical fruits. *Int J Mol Sci* 2011; 12(7): 4678-4692.
 24. Financiera rural. Monografía del Mango. Financiera rural- Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial Dirección Ejecutiva de Análisis Sectorial, [http://www.financiararural.gob.mx/informacionsectorial/Documents/Monografias/Monograf%C3%ADa%20mango%20\(oct%2010\).pdf](http://www.financiararural.gob.mx/informacionsectorial/Documents/Monografias/Monograf%C3%ADa%20mango%20(oct%2010).pdf) Consultado en Mayo del 2013.
 25. Robles-Sánchez M., Gorinstein S, Martin-Belloso O, Astiazaran-García H, González-Aguilar G, Cruz-Valenzuela R. Frutos tropicales mínimamente procesados, potencial antioxidante y su impacto en la salud. *Interiencia* 2007; 32(4): 227-32.
 26. Robles-Sánchez, R.M., Rojas-Grau, M.A., Odrizola-Serrano, I., González-Aguilar, G.A. y Martin-Belloso, O. Effect of minimal processing on bioactive compounds and antioxidant activity of fresh-cut 'Kent' mango (*Mangifera indica* L.). *Postharvest Biol Technol*, 2009b; 51(3): 384-390.
 27. González-Aguilar, G.A., Celis, J., Sotelo-Mundo, R.R., de la Rosa, L.A., Rodrigo-García, J. y Álvarez-Parrilla, E. Physiological and biochemical changes of different fresh cut mango cultivars stored at 5°C. *Int. J. Food Sci. Technol*, 2008; 43(1): 91-101.
 28. García-Magaña, M.L., García, H.S., Bello-Perez, L.A., Sayago-Ayerdi, S.G. y Mata-Montes de Oca, M. Functional Properties and Dietary Fiber Characterization of Mango Processing By-products (*Mangifera indica* L., cv Ataulfo and Tommy Atkins). *Plant Foods Hum Nutr*, 2013; 68(3): 254-258.
 29. Olivas-Aguirre, F.J. Capacidad antioxidante, antiproliferativa y bioaccesibilidad de los compuestos fenólicos del mango (*Mangifera indica* L. var. "Ataulfo"): Estudios in vitro. Tesis Profesional. Maestría en Ciencias Químico Biológicas. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México, 2014: 99.
 30. USDA National Nutrient Database for Standard Reference. Beltsville, U.S.A.: USDA Nutrient Data Laboratory, and the Food and Nutrition Information Center and Information Systems Division of the National Agricultural Library. 2011 <http://ndb.nal.usda.gov/>. Consultado el 12 de Mayo del 2014
 31. Fasoli, E. Y Righetti, P.G. The peel and pulp of mango fruit, A proteomic samba. *Biochim Biophys Acta*, 2014; 1834(12): 2539-2545.
 32. Cárdenas-Coronel, W. G., Vélez-de la Rocha, R., Siller-Cepeda, J. H., Osuna-Enciso, T., Muy-Rangel, M. D., Sañudo-Barras, J. A. Changes in the composition of starch, pectin and hemicellulose during ripening of mango (*Mangifera indica* cv. Kent). *Rev Chapingo Serie Hort*, 2012; 18(1): 5-19.
 33. Prieto, J.J., Covarrubias, J.E., Cadena, A.R. y Viera, J.F. Paquete tecnológico para el cultivo de mango en el Estado de Colima. 2012; 3: 56.
 34. Castelo-Gutiérrez, A.A. Efecto del estado de madurez sobre los cambios fisiológicos, fisicoquímicos, bioquímicos y compuestos bioactivos de mango Ataulfo. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico de Sonora. 2007:
 35. Mudau, F. N., Mabusela, J. y Wonder, N. Proximate, chemical compositions and sulphur concentrations on quality of selected dried mango (*Mangifera indica* L.). uir.unisa.ac.za 2013. <http://uir.unisa.ac.za/bitstream/handle/10500/10440/Mango%20paper%5b1%5d.pdf?sequence=1>. Consultado el 20 de Abril del 2014.
 36. FAO. Mango, Post-Harvest Operations. Fao.org 2002. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/inpho/docs/Post_Harvest_Compendum_-_Mango.pdf. Consultado el 16 de Octubre del 2012.
 37. Rincón, A., Montilla, E. y Valverde, L. Evaluación de dieciséis (16) cultivares de mango (*mangifera indica* l) en los llanos venezolanos, *Agricultura Andina* 2008; 15, [ONLINE].
 38. Talcott, S., Talcott, S. Caracterización por espectroscopía de masas y cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) del mango (*Mangifera Indica* L.) después de una Hidrólisis Enzimática. Texas A&M University, Department of Nutrition and Food Science 2009; [ONLINE].
 39. Kim, Y., Brecht, J. K. y Talcott, S. T. Antioxidant phytochemical and fruit quality changes in mango (*Mangifera indica* L.) following hot water immersion and controlled atmosphere storage. *Food Chem*, 2007; 105(3): 1327-1334.
 40. Ribeiro, S. M. R., Queiroz, J. H., de Queiroz, M. E. L. R., Campos, F. M. y Sant'Ana, H. M. P. Antioxidant in mango (*Mangifera indica* L.) pulp. *Plant Foods Hum Nutr*, 2007; 62:13-17.
 41. Barreto, J., Trevisan, M., Hull, W., Erben, G., Brito, E., Pfundstein, B., Wu, G. y Owen, R. Characterization and Quantitation of Polyphenolic Compounds in Bark, Kernel, Leaves, and Peel of Mango (*Mangifera indica* L.). *J Agric Food Chem*, 2008; 56(14): 5599-5610.
 42. Sáyago-Ayerdi, S., Moreno-Hernández, C., Montalvo-González, E., García-Magaña, M., Mata-Montes, M., Torres, J. y Pérez-Jiménez, J. Mexican 'Ataulfo' mango (*Mangifera indica* L) as a source of hydrolyzable tannins. Analysis by MALDI-TOF/TOF MS. *Food Res Int*, 2013; 51: 188-194.
 43. Phenol explorer. Base de Datos sobre el contenido de polifenoles en alimentos. Phenol-Explorer.eu 2014. <http://www.phenol-explorer.eu/>. Consultado el 19 de Abril del 2014.
 44. Kim, H., Moon, J. Y., Kim, H., Lee, D. S., Cho, M., Choi, H. K., Kim, Y.S., Mosaddik, A. y Cho, S. K.. Antioxidant and antiproliferative activities of mango (*Mangifera indica* L.) flesh and peel. *Food Chem*, 2010; 121(2): 429-436.
 45. Norato, G.D., Bertoldi, M.C., Krenek, K., Talcott, S.T., Stringheta, P.C. y Mertens-Talcott, S.U. Anticarcinogenic effects of polyphenolics from mango (*Mangifera indica*) varieties. *J Agric Food Chem*, 2010; 58(7): 4104-4112
 46. Larrauri, J.A., Ruperez, P., Borroto, B. y Saura-Calixto, F. Mango peels as a new tropical fibre, preparation and characterization. *LWT-Food Sci Technol* 1996; 29(8): 729-733.
 47. McDougall, G.J., Shpiro, F., Dobson, P., Smith, P., Blake, A. y Stewart, D. Different polyphenolic components of soft fruits inhibit α -amylase and α -glucosidase. *J Agric Food Chem*, 2005; 53(7): 2760-2766.
 48. Xiao, J., Ni, X., Kai, G. y Chen, X. A review on structure-activity relationship of dietary polyphenols inhibiting α -amylase. *Crit Rev Food Scie Nutr*, 2013; 53(5): 497-506.
 49. He, Q., Lv, Y. y Yao, K. Effects of tea polyphenols on the activities of α -amylase, pepsin, trypsin and lipase. *Food Chem*, 2007; 101(3): 1178-1182.
 50. Gil-Chávez, G.J., Villa, J.A., Ayala-Zavala, F.J., Basilio-Heredia, J., Sepúlveda, D., Yahia, E.M. y González-Aguilar, G.A. Technologies for extraction and production of bioactive compounds to be used as nutraceuticals and food ingredients, an overview. *Comp Rev Food Sci Food Safety* 2013; 12(1): 5-23.
 51. Yoshioka, K., Kataoka, T., Hayashi, T., Hasegawa, M., Ishi, Y. y Hibasami, H. Induction of apoptosis by gallic acid in human stomach cancer KATO III and colon adenocarcinoma COLO 205 cell lines. *Oncology Rep*, 2000; 7(6): 1221-1224.
 52. Prieto, J., Recio, M., Giner, R. Máñez, S. Giner-Larza, E. y Ríos, J. Influence of traditional Chinese anti-inflammatory medicinal plants on leukocyte and platelet functions. *J Pharm Pharmacol*, 2003; 55(9):1275-82.
 53. Li, Y., Kim, J., Li, J., Liu, F., Liu, X., Himmeldirk, K., Ren, Y., Wagner, T.E. y Chen, X. Natural anti-diabetic compound 1,2,3,4,6-penta-O-galloyl-d-glucopyranose binds to insulin receptor and activates insulin-mediated glucose transport sig-

- naling pathway. *Biochem Biophys Res Comm*, 2005; 336(2): 430-437.
54. Liu, X., Kim, J.K., Li, Y., Li, J., Liu, F., Chen, X. Tannic acid stimulates glucose transport and inhibits adipocyte differentiation in 3T3-L1 cells. *J Nutr*, 2005; 135(2),165-71.
 55. Huang, Z. Chang, C. [Advances of study on glucose and lipids metabolism of chlorogenic acid regulating]. *Wei Sheng Yan Jiu*, 2008; 7(5), 637-9.
 56. Meng, S., Cao, J., Feng, Q., Peng, J. y Hu, Y. Roles of chlorogenic acid on regulating glucose and lipids metabolism, A review. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2013; 2013:11.
 57. Raina, K., Rajamanickam, S., Deep, G., Singh, M., Agarwal, R., Agarwal, C. Chemopreventive effects of oral gallic acid feeding on tumor growth and progression in TRAMP mice. *Mol Cancer Ther*, 2008; 7(5): 1258-1267.
 58. Choi, K., Lee, Y., Jung, M., Kwon, S., Kim, M., Jun, W., Lee, J., Lee, J.M. y Yoon, H.G. Gallic acid suppresses lipopolysaccharide-induced nuclear factor-kappaB signaling by preventing RelA acetylation in A549 lung cancer cells. *Mol Cancer Res*, 2009; 7(12): 2011-21.
 59. Liu, K., Hu, S., Chan, B., Wat, E., Lau, C., Hon, K., Fung, K., Leung, P., Hui, P., Lam, C., Wong, C. Anti-inflammatory and anti-allergic activities of Pentaherb formula, Moutan Cortex (Danpi) and gallic acid. *Molecules* 2013; 18(3): 2483-500.
 60. Nair, C.G. y Nair, C.K. Radioprotective effects of gallic acid in mice. *Biomed Res Int*, 2013; 2013: 953079
 61. Khurana, S., Hollingsworth, A., Piche, M., Venkataraman, K., Kumar, A., Ross, G.M. y Tai, T.C Antiapoptotic actions of methyl gallate on neonatal rat cardiac myocytes exposed to H₂O₂. *Oxid Med Cell Longev*. 2014; 2014: 9.
 62. Robles-Sánchez, M., Astiazarán-García, H., Martín-Belloso, O., Gorinstein, S., Álvarez-Parrilla, E., De la Rosa, L. A., Yepiz-Plascencia, G. y González-Aguilar, G. A. Influence of whole and fresh-cut mango intake on plasma lipids and antioxidant capacity of healthy adults. *Food Res Int*, 2011; 44(5), 1386-1391.
 63. Al-halabi, R., Bou, C., Raghida, M., El-hajj, H., Zahr, H., Schneider-Stock, R., Bazarbachi, A.M, Gali-Muhtasib, H. Gallotannin inhibits NFκB signaling and growth of human colon cancer xenografts. *Cancer Biol Ther*, 2005; 12(1): 59-68
 64. Angel-Morales, G., Noratto, G., Mertens-Talcott, S. Red wine polyphenolics reduce the expression of inflammation markers in human colon-derived CCD-18Co myofibroblast cells: potential role of microRNA-126. *Food & function* 2012; 3(7): 745-752.
 65. Castañeda, D. M., Pombo, L. M., Uruña, C. P., Hernandez, J. F. y Fiorentino, S. A gallotannin-rich fraction from *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze displays cytotoxic activity and raises sensitivity to doxorubicin in a leukemia cell line. *BMC Complement Altern Med*, 2012; 12: 38.
 66. Chanda, D., Bhushan, S., Guru, S. K., Shanker, K., Wani, Z. A., Rah, B. A. y Negi, A. S. Anticancer activity, toxicity and pharmacokinetic profile of an indanone derivative. *Eur J Pharm Sci*, 2012; 47(5): 988-995.
 67. Luo, F., Fu, Y., Xiang, Y., Yang, S., Hu, G., Huang, X., Huang, G., Sun, C., Li, X. y Chneg, K. Identification and quantification of gallotannins in mango (*Mangifera indica L.*) kernel and peel and their antiproliferative activities. *J Functional Foods* 2014; 8: 282- 291.
 68. Ali, R., Yong, M.J., Gyawali, R., Mosaddik, A., Ryu, Y., Cho, S.K. Mango (*Mangifera indica L.*) peel extracts inhibit proliferation of HeLa human cervical carcinoma cell via induction of apoptosis. *J Korean Soc Appl Biol Chem*, 2012; 55(3): 397-405.



Revisión

Fosfolípidos: propiedades y efectos sobre la salud

Jairo Torres García¹ y Samuel Durán Agüero²

¹Ingeniero en Alimentos, Msc. Carrera de Nutrición y Dietética, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma de Chile. ²Nutricionista PhD. Carrera de Nutrición y Dietética, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad San Sebastián, Chile.

Resumen

Los Fosfolípidos son lípidos anfipáticos, que se encuentran en todas las membranas celulares, disponiéndose como bicapas lipídicas. Pertenecen al grupo de lípidos derivados del glicerol, presentando una estructura similar a la de los triglicéridos. El interés actual sobre ellos deriva en su eficacia para incorporar diferentes ácidos grasos a nivel de la membrana celular, ya que presentan una mejor absorción y utilización que los triglicéridos. En este artículo se revisa la evidencia publicada acerca de los beneficios de los fosfolípidos sobre procesos inflamatorios, cáncer, enfermedades cardiovasculares, trastornos neurológicos, enfermedades hepáticas y como transportador de antioxidantes.

(Nutr Hosp. 2015;31:76-83)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7961

Palabras claves: Fosfolípidos. Ácidos grasos. Fosfatidilcolina.

Introducción

Los fosfolípidos, son lípidos anfipáticos, que se encuentran en todas las membranas celulares de plantas y animales, disponiéndose como bicapas lipídicas. Pertenecen al grupo de lípidos derivados del glicerol, presentando una estructura similar a la de los triglicéridos (TGs). En este sentido, los fosfolípidos están compuestos por una molécula de glicerol a la que se unen 2 ácidos grasos en las posiciones sn-1 y sn-2, estos ácidos grasos pueden presentar distinto largo de cadena hidrocarbonada, y variar en el grado de insaturación según su procedencia. Sin embargo, se diferencian de los TGs ya que en la posición sn-3 está ligada una molécula de ácido ortofosfórico, en lugar de un tercer ácido graso. Estos grupos fosfato están siempre unidos a diferentes tipos de moléculas, de esta forma, cuando esta molécula

PHOSPHOLIPIDS: PROPERTIES AND HEALTH EFFECTS

Abstract

Phospholipids are amphipathic lipids, which are found in all the cell membranes, organized as a lipid bilayer. They belong to the glycerol-derived lipids, showing a similar structure as triglycerides. The current interest of them comes from its effectiveness to incorporate different fatty acids in the cell membrane, as they exhibit better absorption and utilization than triglycerides. In this paper, the bibliographical data published about the benefits of the phospholipids in inflammatory processes, cancer, cardiovascular diseases, neurological disorders, liver disease and as an antioxidants transporter is reviewed.

(Nutr Hosp. 2015;31:76-83)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7961

Keywords: Phospholipids. Fatty acids. Phosphatidylcholine.

corresponde a colina, se forma la fosfatidilcolina (FC) o Lecitina; cuando se une a un aminoácido como serina (FS), se forma la fosfatidilserina; cuando la unión es con etanolamina, se forma la fosfatidiletanolamina (FE) o Cefalina; y cuando se une al polialcohol cíclico inositol, se forma el fosfatidil inositol (FI)^{1,2}, entre otros. La FC es el fosfolípido más abundante en los diferentes tejidos corporales. Con respecto a los fosfolípidos presentes en la dieta con gran contenido en estas moléculas y de gran consumo, se encuentran la soja y el huevo, que además se caracterizan principalmente por su alto contenido de ácidos grasos insaturados. Por otra parte, los ácidos grasos que conforman los fosfolípidos pueden variar de acuerdo a su origen, por ejemplo, los fosfolípidos marinos se caracterizan por tener una gran cantidad de ácidos grasos Omega-3, especialmente los ácidos eicosapentanoico (EPA, C20:5 Omega-3) y docosahexaenoico (DHA, C22:6 Omega-3), los fosfolípidos de soja y yema de huevo, contienen principalmente ácidos grasos Oleico (C18:1 Omega-9), Linoleico (AL C18:2) y Palmítico (C16:0)^{3,4}. Por otro lado, la leche que contiene FC y FE como principales clase de fosfolípidos, además contiene una importante cantidad de ácidos grasos saturados e insaturados.

Correspondencia: Jairo Torres García.
Universidad Autónoma de Chile.
Ricardo Morales 3369, San Miguel, Santiago.
E-mail: jairoalonsot@gmail.com

Recibido: 15-VIII-2014.
Aceptado: 12-IX-2014.

Los fosfolípidos se caracterizan por su eficacia para incorporar diferentes ácidos grasos, esta incorporación de ácidos grasos específicos se ve reflejada en el incremento a nivel de la membrana celular y en consecuencia, tanto el tipo de fosfolípidos como los ácidos grasos acompañantes serán cruciales para lograr un efecto determinado.

Fosfolípidos y su Importancia Nutricional y Tecnológica

Como se mencionó anteriormente los fosfolípidos se encuentran en la membrana celular en diversos alimentos. La ingesta normal de fosfolípidos es de 2-8 gramos, lo que representa un 1,1% de la ingesta total de lípidos, encontrándose de manera natural en alimentos tales como la soja, huevos, carnes, vísceras, pescados, mariscos, cereales y oleaginosas.

El pescado, los huevos y la carne contienen esfingomielina, el cual se ingiere en cantidades de 0,3 a 0,4 gr. al día. Por otra parte, la lecitina es una mezcla de FC, FE y FI, siendo la FC el componente principal de la lecitina (98%). La lecitina se utiliza ampliamente en la industria alimentaria como aditivo (dispersante, emulsionante, estabilizante, que incluyen inyecciones intramusculares, intravenosas y nutrición parenteral)⁵⁻⁷. Algunos ejemplos de esto, es su uso en las margarinas como emulsificante, aportando la consistencia y textura al producto, o en la fabricación de chocolates, el la que se utiliza para ayudar en la dispensabilidad de los polvos de alimentos. Además, se utiliza en los procesos de panificación y repostería, ya que forma complejos con el almidón y mejora la suavidad de la miga, incrementando la vida útil del pan. Por otra parte, también se plantea que la producción de alimentos bajos en grasa ha llevado en general a una reducción en el consumo de fosfolípidos de origen natural.

Desde el punto de vista nutricional, la FC juega un importante papel en la señalización celular mediada por la membrana. El catabolismo de la fosfolipasa D mediada por FC produce ácido fosfatídico y colina, que son importantes segundos mensajeros de lípidos implicados en varias vías de señalización^{8,9} como por ejemplo la amplificación de las cascadas de señalización necesarias para la supervivencia y el crecimiento.

Es un hecho conocido, que los fosfolípidos tienen un impacto positivo en la nutrición humana, evitando el desarrollo de ciertas patologías. En este sentido, los efectos más conocidos han surgido del estudio de fosfolípidos derivados de la soja, de yema de huevo, de lácteos y de fosfolípidos marinos¹⁰. Los fosfolípidos dietéticos, en particular los procedentes de soja y cártamo, han demostrado de forma consistente que pueden reducir niveles de lípidos tanto plasmáticos como hepáticos en animales de experimentación¹¹. Diversos estudios muestran que la suplementación con EPA y DHA en la forma de fosfolípidos ejercería funciones biológicas y nutricionales superiores a las de los TGs que contienen

EPA y DHA, como acciones antiinflamatorias y actividad antioxidante en los lípidos del cerebro, así como la mejora en el aprendizaje y la memoria, reducción de lípidos plasmáticos y en tejidos y finalmente disminuye la tendencia a la ganancia de peso¹².

Proceso Digestión y Absorción de Fosfolípidos

El 90 % de la digestión de los fosfolípidos ocurre a nivel intestinal, gracias a la actividad de dos enzimas provenientes del páncreas: las fosfolipasas A1 y A2. Estas enzimas hidrolizan en forma selectiva los ácidos grasos que se encuentran en las posiciones sn-1 y sn-2 de la molécula de glicerol, dando como resultado moléculas de lisofosfolípidos. La actividad de cada fosfolipasa es excluyente, situación que se traduce en que, si la fosfolipasa A1 hidroliza la unión del ácido graso en la posición sn-1 del fosfolípido, la fosfolipasa A2 no actuará sobre el lisofosfolípido formado. A su vez, si la fosfolipasa A2 actúa sobre la posición sn-2, no actuará la fosfolipasa A1. El producto obtenido de hidrólisis de los fosfolípidos siempre serán lisofosfolípidos, estando en mayor proporción los ácidos grasos unidos, principalmente, a la posición sn-2. Dicha situación se debe a que la fosfolipasa A1 es aproximadamente cien veces más activa que la fosfolipasa A2¹³. Respecto a la posición sn-3, estará siempre ocupada por el grupo fosfato el que, a su vez, estará unido a una molécula de colina, etanolamina, serina, inositol, entre otras. Posteriormente, las moléculas serán absorbidas por los enterocitos como ácidos grasos libres y lisofosfolípidos, los que pueden ser re-esterificados como glicerofosfolípidos, y entrar en el torrente sanguíneo incorporándose a los quilomicrones y, en una pequeña proporción, en las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) que transportan². Sin embargo, algunos autores han mencionado que cerca del 20% de los fosfolípidos intestinales son absorbidos pasivamente y sin hidrolizar, incorporándose directamente al colesterol de alta densidad o HDL del plasma¹⁴. A partir del colesterol HDL, los glicerofosfolípidos pueden ser transferidos a las membranas plasmáticas de diversas células a nivel de hígado, músculo, riñones, pulmón, células tumorales, entre otras, sin embargo, no se conocen totalmente el metabolismo gastrointestinal de fosfolípidos de origen dietario ni los mecanismos de su incorporación en las membranas celulares para alcanzar efectos beneficiosos en la salud¹⁰.

Se ha demostrado, que los glicerofosfolípidos provenientes de la dieta, son capaces de ceder sus ácidos grasos para ser incorporados en las membranas celulares alterando, de este modo, la composición de las mismas¹⁵. Como consecuencia, las funciones celulares, incluyendo la señalización, transporte, y actividad de las enzimas unidas a la membrana, también podrían ser moduladas por los fosfolípidos de origen dietario y, por lo tanto, podrían presentar numerosos beneficios para la salud¹⁶.

Cabe también mencionar, que los fosfolípidos cumplen un importante rol durante la absorción intestinal de lípidos, facilitando la formación de micelas, como fosfolípidos y, posteriormente, como lisofosfolípidos¹⁷. Al respecto, se ha especulado que la adición de una cantidad excesiva de fosfolípidos a nivel intestinal, debido a la suplementación con fosfatidilcolina, conduciría a la formación de micelas de gran tamaño, junto a la producción de enzimas para alcanzar el contenido del núcleo micelar, y a la reducción de la absorción de lípidos y colesterol; por otra parte, los fosfolípidos intestinales tienen la capacidad de interactuar con la membrana celular de los enterocitos, reduciendo su capacidad de absorción del colesterol¹⁷. Además, se ha descrito que, tanto el grado de saturación, como la longitud de cadena de los ácidos grasos unidos a los fosfolípidos, regulan la cantidad de colesterol absorbido a nivel intestinal. En este sentido, a mayor grado de saturación, y mayor longitud de cadena del ácido graso, menor es la absorción de colesterol¹⁷.

Biodisponibilidad de Fosfolípidos

La biodisponibilidad es la velocidad y proporción de absorción de un nutriente de los alimentos y que nuestro organismo utiliza para las funciones corporales normales¹⁸. Estudios realizados en niños, indican que los fosfolípidos de la dieta serían mejor absorbidos que los TGs¹⁹. En este sentido, los fosfolípidos siguen el proceso de digestión y distribución en el cuerpo humano de manera simple. Por el contrario, los TGs son insolubles en agua, requiriendo de arduos procesos enzimáticos y de la acción de sales biliares, con el objetivo de formar micelas y ser absorbidos en el intestino delgado. Los fosfolípidos, al ser anfipáticos, tienen propiedades emulsionantes estando involucrados en la formación de micelas mixtas, lo que puede incrementar la absorción de lípidos²⁰.

La biodisponibilidad a corto plazo de los fosfolípidos ha sido evaluada a nivel de plasma y suero. En este sentido, la determinación de los niveles de los ácidos grasos en las membranas de los eritrocitos proporcionan el mejor indicador de su biodisponibilidad en los tejidos a largo plazo, pudiendo variar entre individuos²¹. Así, en un estudio realizado en humanos, con grupos randomizado de doble ciego, se les suministró aceite de krill (*Euphausia superba*), el cual contiene un porcentaje muy alto de fosfolípidos con ácidos grasos Omega-3. En este estudio se pudo observar que los fosfolípidos aumentaban su biodisponibilidad, encontrándose mayores niveles de EPA y DHA en el plasma de las personas alimentadas con aceite de Krill en comparación con los alimentados con aceite de pescado o aceite de oliva^{22, 23}.

En estudios in vitro con células de pulmón de ratas, se encontró que había más síntesis de ácidos grasos cuando estaban en forma de fosfolípidos con respecto a la forma de triglicéridos²⁴.

Fosfolípidos y Procesos Inflamatorios

Respecto al desarrollo de procesos inflamatorios, se ha demostrado la eficacia de los fosfolípidos derivados de la soya y el aceite de krill (*Euphausia superba*) en la reducción de la sintomatología de artritis reumatoide y síndrome premenstrual²⁵. Los fosfolípidos derivados de la soya han resultado ser efectivos a nivel gastrointestinal, tanto disminuyendo los síntomas asociados al uso regular de ácido acetil salicílico, como en la reducción del proceso inflamatorio en pacientes con colitis ulcerosa. Adicionalmente, se ha logrado mejorar el transporte y biodisponibilidad de medicamentos como el ácido acetil salicílico, al ser administrados en combinación con dichos fosfolípidos²⁶. Además, con respecto a la artritis reumatoide estudios en los que se ha suplementado la dieta de individuos con fosfolípidos de Krill que contienen DHA y EPA, muestran que los niveles de ácido araquidónico (AA) disminuyen, al igual que el 2-araquidonoilglicerol (2-AG), un lípido de señalización potente, además disminuye otro ácido graso derivado del AA el endocannabinoid anandamida y sus metabolitos relacionados palmitoiletanolamina y oleoiletanolamina en el plasma de hombres obesos^{27, 28}. Los endocannabinoides son el AA y mediadores derivados de fosfolípidos que activan los receptores acoplados a la proteína G para Δ^9 -tetrahidrocannabinol, conocidos como receptores cannabinoides de tipo 1 (CB1) y 2 (CB2). La sobreactivación de los receptores CB1 por cualquiera de los dos endocannabinoides más estudiados, es decir, N-araquidonoil-etanolamina (anandamida, AEA) y 2-araquidonoilglicerol (2-AG), contribuyen a disfunciones metabólicas en tanto en roedores y seres humanos obesos²⁹.

Otro estudio realizado en 11 hombres obesos a quienes se les suministró un suplemento que contenía aceite de krill con fosfolípidos y TGs ricos en EPA y DHA, por un periodo de 24 semanas mostró un incremento significativo en los niveles plasmáticos de estos ácidos grasos, una disminución del 84% de los niveles plasmáticos de anandamida y de un 20,6% de los niveles de TGs, además de una reducción significativa en la relación cintura-cadera, parámetro utilizado para predecir la probabilidad de sufrir enfermedad de tipo metabólico³⁰.

Fosfolípidos y Cáncer

Diversos estudios han mostrado los beneficios de los fosfolípidos en la inhibición del tumor y la metástasis. La membrana de las células cancerígenas pierden sus características adhesivas que le son propias a membranas de células normales³¹, esta pérdida en la adhesión permite a las células neoplásicas disociarse del tejido tumoral y posteriormente migrar hacia nuevos tejidos u órganos, originando la metástasis tumoral. Las membranas de células tumorales de próstata y mama presentan una mayor concentración de lípidos

rafts (rico en colesterol), lo que se asocia con una mayor sensibilidad a la apoptosis (que es regulado por el contenido de colesterol), la fosfatidilcolina reduce fuertemente la adhesión a las células tumorales³¹.

Se ha encontrado que la administración de fosfolípidos marinos, extraídos a partir de harina de Calamar (*Loligo vulgaris*) y estrella de mar (*Asterias rubens*), inhibieron la progresión de cáncer de colon inducido químicamente *in vitro*³². Además, ratas alimentadas con fosfolípidos abundantes en EPA y DHA mostraron un incremento significativo en la tasa de la apoptosis en células cancerosas inducidas a carcinogénesis de colon con 1,2-dimetilhidracina³³. En un modelo de metástasis utilizando células de melanoma de ratón B16.F10, en pretratamiento con liso fosfatidilcolina hidrogenado resulta en la inhibición de al menos el 50% de las lesiones metastásicas en ratones³⁴.

Recientemente, se ha planteado que complejos formados por fosfolípidos y cúrcuma pueden ser un candidato prometedor en la terapia del cáncer (35).

Fosfolípidos en Sangre y Efectos Cardiovasculares

Diversos autores de intervención han observado el efecto de los fosfolípidos en la reducción de los niveles plasmáticos de colesterol total, de especial relevancia en pacientes con hiperlipidemia primaria y diabetes mellitus^{11, 36, 37}. Los estudios que han utilizado el tratamiento de Lapostabil® (fosfolípidos de soja), en pacientes con enfermedad coronaria han sugerido los efectos beneficiosos en la reducción del colesterol y en la prevención de la agregación plaquetaria^{38, 39}. Por otra parte la administración de suplementos de fosfolípidos con aceite de krill redujo significativamente el colesterol Total, colesterol LDL, TGs y aumentaron los niveles de colesterol HDL⁴⁰, lo que no ocurrió cuando se suplementó con aceite de pescado, ya que este suplemento solo disminuyó los TGs en sangre⁴¹.

Estudios realizados en ratones, en los que se compararon dietas compuestas por TGs versus fosfolípidos con elevado contenido de EPA y DHA, reportaron que en el grupo alimentado con dietas de fosfolípidos, los animales presentaron una mayor capacidad para conservar un perfil metabólico saludable en condiciones obesogénicas⁴². Estudios en monos y ratones mostró que los suplementos con fosfatidilcolina de soja disminuyen los niveles del colesterol plasmático sin afectar los niveles de HDL en plasma que se tienden a reducir durante una dieta hipolipídica⁴³. En este sentido, es posible especular que la absorción de los ácidos grasos Omega-3 ligados a un fosfolípido, se incorporan de manera más eficiente en las membranas celulares de diferentes órganos, aportando positivamente a la microestructura de las mismas y a su función.

La fosfatidilcolina de soja se ha utilizado en pacientes con hipercolesterolemia tipo II, los autores encontraron que la fosfatidilcolina de soja aumento significativamente los niveles de apoA1 y disminuyo

los niveles de apoA2, apo E y por lo tanto estimuló el transporte inverso del colesterol, siendo excretado en heces y por tanto no pasando a la circulación portal⁴⁴.

Finalmente, un estudio realizado en ratas machos Sprague-Dawley mostró el efecto inhibitorio de la fosfatidilcolina del huevo, que reduce marcadamente la absorción linfática del colesterol en condiciones in vivo, este efecto inhibitorio parece ser debido al mayor grado de saturación de los grupos acilos en relación con los fosfolípidos de soja, lo que sugiere que la absorción intestinal del colesterol de huevo puede reducirse por la presencia de la fosfatidilcolina de la yema de huevo⁴⁵.

Fosfolípidos y Desarrollo de Trastornos Neurológicos

Los lípidos se caracterizan por tener un papel esencial en la integridad y funcionalidad de las membranas neuronales, incluyendo las membranas sinápticas. La pérdida de la sinapsis y la disfunción característica del Alzheimer se ha relacionado con la degeneración de las membranas de las neuronas y aumento en la degradación de los fosfolípidos de membrana⁴⁶.

Mapstone y cols. postularon que los cambios observados en los niveles de fosfolípidos plasmáticos reflejan el desglose de las membranas neuronales entre individuos que se convierten dentro de 3 años de un deterioro cognitivo amnésico leve a enfermedad de Alzheimer⁴³.

Estudios realizados con suplementos de fosfolípidos de soja, demostraron ser efectivos respecto a la reducción del estrés, mejorando la memoria, motilidad y cognición, disminuyendo la neurodegeneración en pacientes con enfermedad de Alzheimer, y mejorando parámetros asociados a la concentración en humanos y animales^{10, 47-50}.

Asimismo, otros estudios reportaron que los fosfolípidos de origen animal son más eficaces en revertir la deficiencia de ácido alfa-linolénico, debido a que proporcionan ácidos grasos preformados de cadenas más largas⁵¹. Incluso, algunos autores han sugerido que la ingesta de fosfolípidos podría tener un efecto antioxidante frente a los cambios cerebrales inducidos posterior a la ingesta de alcohol⁵².

Fosfolípidos y Enfermedades Hepáticas

En diversas ocasiones, las enfermedades hepáticas derivan de un consumo continuado de alcohol^{53, 54}.

Durante el consumo del mismo, se ha observado que existe una reducción de los fosfolípidos en las membranas celulares a nivel hepático y que cuando se suplementa con fosfolípidos derivados de la soja o de la leche de vaca, los fosfolípidos pueden ser incorporados directamente a este nivel, reduciendo las lesiones hepáticas y la acumulación de lípidos inducidas por el alcohol⁵⁵.

Por otra parte, el hígado graso no alcohólico acompaña frecuentemente a la obesidad y la resistencia a la insulina. Algunos estudios sugieren que los ácidos grasos Omega-3 de origen marino ayudan a disminuir la grasa del hígado graso⁵⁶. Además, un reciente estudio en ratas alimentadas por 7 semanas con una dieta alta en grasa mas un concentrado de Arenque (*Clupea Harengus Harengus*), rico en fosfatidilcolina (10% de los lípidos de la dieta), expuso que la fosfatidilcolina impidió tanto el aumento de peso como la intolerancia a la glucosa inducidos por la ingesta alta en grasa. En este estudio, los análisis de Microarrays revelaron una disminución en la biosíntesis hepática del colesterol lo que se asoció con el enriquecimiento de fosfatidilcolina y fosfatidiletanolamina hepática por EPA y DHA⁵⁷.

Fosfolípidos como transporte de Antioxidantes

Los antioxidantes son moléculas que tienen la capacidad de neutralizar a los radicales libres impidiendo la oxidación y pérdida de funcionalidad de las diversas estructuras celulares⁵⁸. Estas moléculas son por tanto, beneficiosas para la salud ya que presentan propiedades cardioprotectoras, antihipertensivas y antitumorales entre otras⁵⁹⁻⁶¹.

Se ha descrito en varios estudios, que preparaciones naturales de fosfolípidos son capaces de estabilizar las membranas celulares frente a la oxidación, mediante el recambio de los ácidos grasos de las membranas^{62, 63}. Efecto que, probablemente, sea consecuencia de la sustitución de la composición de fosfolípidos de membrana, y a la disminución de las perturbaciones en el sistema antioxidante⁵⁰. Estudios sugieren que los fosfolípidos de la leche podrían ser empleados para incorporar polifenoles y catequinas del té ya que se incorporan de forma más eficiente que cuando se utilizan fosfolípidos de soja⁶⁴. Además, los fosfolípidos de la leche presentan una membrana más gruesa, baja permeabilidad y son más estables que los fosfolípidos de soja⁶⁵.

Fosfolípidos Marinos (FM)

Los ácidos grasos poliinsaturados Omega-3 de origen marino se forman en los cloroplastos de microalgas, que forman parte de fitoplancton o macroalgas. Éstas son consumidas por los peces, quienes concentran los ácidos grasos EPA y DHA, bajo la forma de TGs, almacenados principalmente en el tejido adiposo y en el músculo, o en forma de fosfolípidos, a nivel de las membranas celulares, vísceras y cerebro⁶⁶.

En estudios realizados en moluscos y caballa azul (*Scomber scombrus*), han indicado que la mayoría de los fosfolípidos marinos se componen de fosfatidilcolina y fosfatidiletanolamina, seguidos por fosfatidilinositol, fosfatidilserina y esfingomiélna⁶⁷. Adicionalmente, investigaciones efectuadas en huevos de atún

han evidenciado una mayor cantidad de ácidos grasos Omega-3 en la fracción de fosfolípidos, respecto a la fracción de TGs⁶⁸. Además, los fosfolípidos son más estables a la oxidación que los TGs, e incluso, tendrían efectos antioxidantes al ser añadidos a aceites que contienen ácidos grasos de cadena larga⁶⁹. En este sentido, se ha observado que la estabilidad de tejidos animales de origen marino que contienen alto contenido de fosfolípidos, como es el caso de los huevos de Salmón (*Salmo salar*) y calamar, es mayor respecto de otras especies que tienen mayor proporción de TGs⁷⁰.

Los fosfolípidos de origen marino se están convirtiendo en un atractivo producto para la industria farmacéutica y nutracéutica, esencialmente a que estos compuestos corresponden a la forma habitual que tienen los ácidos grasos Omega-3 en el organismo, por ejemplo, a nivel de membranas celulares y órganos^{57, 71, 72}. Al respecto, los ácidos grasos AA y DHA ejercen sus funciones metabólicas formando parte de la estructura de los fosfolípidos que componen las membranas celulares, particularmente, la fosfatidilcolina y la fosfatidilserina. Debido a su alto grado de poliinsaturación, estos ácidos grasos le aportan fluidez a las membranas, una característica esencial que permite la movilidad de las proteínas a este nivel (canales iónicos, receptores, uniones comunicantes, enzimas, estructuras formadoras de vesículas, entre otras), ya sea en la superficie o en el interior de la bicapa lipídica²¹.

Los fosfolípidos pueden estar conformados por diferentes tipos de ácidos grasos, sin embargo, el hecho que aporta características especiales a aquellos de origen marino, es que presentan en su composición un porcentaje alto de ácidos grasos EPA y DHA¹.

La suplementación dietaria con ácidos grasos de cadena larga (Omega-3) en particular EPA y DHA presentan una variedad de beneficios para la salud, además de su capacidad de reducir los lípidos en plasma en animales⁷³ y humanos⁷⁴, se ha demostrado que estos ácidos grasos ayudan a prevenir arritmias, permiten un buen control de la hipertensión y reducen la agregación plaquetaria⁷⁵.

La suplementación con EPA y DHA es beneficioso tanto para la prevención como del tratamiento de enfermedades cardiovasculares, trastornos neurológicos e inflamatorios⁷⁶⁻⁷⁸, en este contexto se ha establecido una recomendación de 250 mg de EPA y DHA en países occidentales⁷⁹.

Fosfolípidos como vehículos en la industria farmacéutica

Actualmente los fosfolípidos se están utilizando en la industria farmacéutica para formar liposomas, micelas mixtas y emulsiones submicrométricas. Muchos de los fármacos presentan una biodisponibilidad oral muy baja debido a su hidrofobicidad, y la administración paraneal presenta problemas por el uso masivo de excipientes de superficie para lograr una óptima solubili-

zación, ya que muchos fármacos ejercen su función en las membranas biológicas o en proteínas asociadas a membranas⁸⁰. Por esta razón, la industria farmacéutica está empleando fosfolípidos provenientes del aceite de pescado, palma, huevos y lecitina^{68,69}. Un ejemplo es la lecitina, la cual está siendo utilizada en la elaboración de nano emulsiones con aceite de palma unidas al fármaco cloranfenicol, usado para combatir la meningitis bacteriana, con el objetivo de incrementar el traspaso del fármaco a través de la barrera hematoencefálica asegurando de manera más eficiente la llegada a las células diana⁸¹. Asimismo, se han realizado emulsiones con lecitina para el suministro del naproxeno⁸² y sistemas de suministro de oligonucleótidos para el tratamiento del cáncer⁸³.

Un estudio en adultos mayores, que recibieron alimentación enteral complementada de colina, se encontraron mejoras significativas en la memoria visual, en el aprendizaje verbal, este estudio piloto indica tanto la memoria visual y verbal pueden verse alteradas en pacientes que requieren nutrición parenteral a largo plazo y ambos se pueden mejorar con la suplementación con colina⁸⁴.

Además, se han desarrollado estudios para elaborar formulaciones parenterales que permiten incrementar la solubilidad de la emulsión con Ácido todo-trans-retinoico (ATRA), que se utiliza principalmente en pacientes con cáncer, leucemia promielocítica aguda⁸⁵.

Conclusión

La tendencia actual recomienda la ingesta de lípidos saludables, es por esto que se podrían recomendar la ingesta de fosfolípidos los cuales han demostrado un impacto positivo, evitando el desarrollo de ciertas patologías. Esto es debido a la eficacia de estos compuestos para aportar en mayor proporción y más rapidez, ácidos grasos monoinsaturados y polinsaturados, cuyo efecto se verá reflejado en su incremento a nivel de las membranas celulares. El tipo de fosfolípido y ácidos grasos administrados será crucial para lograr un efecto determinado.

En este sentido, el conocimiento más difundido de los efectos de los fosfolípidos ha surgido del estudio de fosfolípidos derivados de la soja, de la yema de huevo, de los lácteos y de productos de origen marino¹⁰. Diversas investigaciones, han encontrado que los fosfolípidos disminuyen los síntomas de situaciones patológicas y fisiológicas como: procesos inflamatorios en pacientes con colitis ulcerosa, inhibición de la progresión de cáncer de colon, inducido químicamente *in vitro*³². Además, reducen los niveles plasmáticos de colesterol total en pacientes con hiperlipidemia primaria y diabetes mellitus³⁶, reducen el estrés, mejoran la memoria, motilidad y cognición, disminuyen la neurodegeneración en pacientes con enfermedad de Alzheimer, mejoran parámetros asociados a la concentración en sujetos jóvenes y sanos^{10,47}, y ejercen un efecto an-

tioxidante frente a los cambios cerebrales inducidos posterior a la ingesta de alcohol⁵². Adicionalmente, se ha logrado mejorar el transporte y biodisponibilidad de medicamentos, al ser administrados en combinación con fosfolípidos²⁶. Por último, estudios realizados en animales alimentados con fosfolípidos, reportaron una mayor capacidad para conservar un perfil metabólico saludable en condiciones obesogénicas⁴².

A pesar de estas evidencias se debe realizar un análisis críticos a los resultados presentados, es necesario contar con mayores estudios de intervención en humanos donde se puedan evaluar la suplementación de los fosfolípidos aislados y caracterizados en su grupo ortofosforico, como en sus ácidos grasos, y no evaluar solamente matrices ricas o altos en fosfolípidos. Es también indispensable contar con estudios con mayor número de personas y con variables controladas.

La ingesta de fosfolípidos ha ido incrementando paulatinamente, como consecuencia de los múltiples efectos benéficos descritos para la salud. Países como Francia, Alemania, Estados Unidos, han venido masificando la oferta de fosfolípidos concentrados de diferentes orígenes, como la soja, el huevo, variedades de pescado, entre otros, y también han sido incorporados en suplementos alimenticios o en medicamentos. En la actualidad la ingesta de fosfolípidos en otros países está limitada a quienes acostumbran tomar suplementos nutricionales como capsulas de lecitina de soja, ya que es el único producto con estas características disponible comercialmente. Queda como tarea para la industria alimentaria y a los profesionales de la nutrición y la alimentación buscar nuevas fuentes de alimentos funcionales o nutracéuticos que contengan altas concentraciones de estos compuestos que son de alto valor nutricional.

Agradecimientos

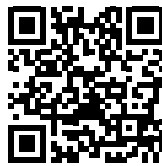
Agradecemos a la PhD, Cristina Úbeda, MSc, Paula García, MSc, Paula Ponzano.

Referencias

1. Suzumura M. Phospholipids in marine environments: a review. *Talanta*. 2005;66(2):422-34.
2. Valenzuela A, De la Barra, F., Durán, R. Fosfolípidos de origen marino: su potencialidad nutricional y económica. Informe INNOVA-CORFO. 2011:1-12.
3. Fernandes GD, Alberici RM, Pereira GG, Cabral EC, Eberlin MN, Barrera-Arellano D. Direct characterization of commercial lecithins by easy ambient sonic-spray ionization mass spectrometry. *Food chemistry*. 2012;135(3):1855-60.
4. Anton M. Egg yolk: structures, functionalities and processes. *Journal of the science of food and agriculture*. 2013; 93(12):2871-80.
5. De Muynck C, Cuvelier C, Remon JP. Evaluation of rectal mucosal irritation in rabbits after sub-chronic administration of lecithin-containing suppositories. *The Journal of pharmacy and pharmacology*. 1994;46(1):78-9.
6. Drejer K, Vaag A, Bech K, Hansen P, Sorensen AR, Mygind N. Intranasal administration of insulin with phospholipid as absorption enhancer: pharmacokinetics in normal subjects. Dia-

- betic medicine: *a journal of the British Diabetic Association*. 1992;9(4):335-40.
7. Growdon JH, Gelenberg AJ. Choline and lecithin administration to patients with tardive dyskinesia. *Transactions of the American Neurological Association*. 1978;103:95-9.
 8. Rizzo M, Romero G. Pharmacological importance of phospholipase D and phosphatidic acid in the regulation of the mitogen-activated protein kinase cascade. *Pharmacology & therapeutics*. 2002;94(1-2):35-50.
 9. Su W, Chen Q, Frohman MA. Targeting phospholipase D with small-molecule inhibitors as a potential therapeutic approach for cancer metastasis. *Future Oncol*. 2009;5(9):1477-86.
 10. Kullenberg D, Taylor LA, Schneider M, Massing U. Health effects of dietary phospholipids. *Lipids in health and disease*. 2012;11:3.
 11. Cohn JS, Wat E, Kamili A, Tandy S. Dietary phospholipids, hepatic lipid metabolism and cardiovascular disease. *Current opinion in lipidology*. 2008;19(3):257-62.
 12. Shirouchi B, Nagao K, Inoue N, Ohkubo T, Hibino H, Yanagita T. Effect of dietary omega 3 phosphatidylcholine on obesity-related disorders in obese Otsuka Long-Evans Tokushima fatty rats. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2007;55(17):7170-6.
 13. Arisz SA, Munnik T. Use of phospholipase A2 for the production of lysophospholipids. *Methods Mol Biol*. 2013;1009:63-8.
 14. Zierenberg O, Grundy SM. Intestinal absorption of poly-nephosphatidylcholine in man. *J Lipid Res*. 1982;23(8):1136-42.
 15. Taylor LA, Pletschen L, Arends J, Unger C, Massing U. Marine phospholipids--a promising new dietary approach to tumor-associated weight loss. *Support Care Cancer*. 2010;18(2):159-70.
 16. Lagace TA, Ridgway ND. The role of phospholipids in the biological activity and structure of the endoplasmic reticulum. *Biochimica et biophysica acta*. 2013;1833(11):2499-510.
 17. Cohn JS, Kamili A, Wat E, Chung RW, Tandy S. Dietary phospholipids and intestinal cholesterol absorption. *Nutrients*. 2010;2(2):116-27.
 18. Aggett PJ. Population reference intakes and micronutrient bioavailability: a European perspective. *The American journal of clinical nutrition*. 2010;91(5):1433S-7S.
 19. Ramirez M, Amati, L. and Gil, A. Absorption and distribution of dietary fatty acids from different sources. *Early Human Development* 2001;65:95-101.
 20. Valenzuela A. Digestion y absorcion de los lipidos. Diplomado en grasas y aceites en la nutricion humana [Internet]. 2012:[16 p.].
 21. Schuchardt JP, Hahn A. Bioavailability of long-chain omega-3 fatty acids. *Prostaglandins, leukotrienes, and essential fatty acids*. 2013;89(1):1-8.
 22. Maki KC, Reeves MS, Farmer M, Griinari M, Berge K, Vik H, et al. Krill oil supplementation increases plasma concentrations of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids in overweight and obese men and women. *Nutr Res*. 2009;29(9):609-15.
 23. Schuchardt JP, Schneider I, Meyer H, Neubronner J, von Schacky C, Hahn A. Incorporation of EPA and DHA into plasma phospholipids in response to different omega-3 fatty acid formulations--a comparative bioavailability study of fish oil vs. krill oil. *Lipids in health and disease*. 2011;10:145.
 24. Lands WE. Metabolism of glycerolipides; a comparison of lecithin and triglyceride synthesis. *The Journal of biological chemistry*. 1958;231(2):883-8.
 25. Sampalis F, Bunea R, Pelland MF, Kowalski O, Duguet N, Dupuis S. Evaluation of the effects of Neptune Krill Oil on the management of premenstrual syndrome and dysmenorrhea. *Altern Med Rev*. 2003;8(2):171-9.
 26. Lichtenberger L, Romero JJ, Dial EJ. Gastrointestinal safety and therapeutic efficacy of parenterally administered phosphatidylcholine-associated indomethacin in rodent model systems. *Br J Pharmacol*. 2009;157(2):252-7.
 27. Alvheim AR, Malde MK, Osei-Hyiaman D, Lin YH, Pawlosky RJ, Madsen L, et al. Dietary linoleic acid elevates endogenous 2-AG and anandamide and induces obesity. *Obesity (Silver Spring)*. 2012;20(10):1984-94.
 28. Pintus S, Murru E, Carta G, Cordeddu L, Batetta B, Accossu S, et al. Sheep cheese naturally enriched in alpha-linolenic, conjugated linoleic and vaccenic acids improves the lipid profile and reduces anandamide in the plasma of hypercholesterolaemic subjects. *The British journal of nutrition*. 2013;109(8):1453-62.
 29. Silvestri C, Di Marzo V. The endocannabinoid system in energy homeostasis and the etiopathology of metabolic disorders. *Cell metabolism*. 2013;17(4):475-90.
 30. Berge K, Piscitelli F, Hoem N, Silvestri C, Meyer I, Banni S, et al. Chronic treatment with krill powder reduces plasma triglyceride and anandamide levels in mildly obese men. *Lipids in health and disease*. 2013;12:78.
 31. Markert CL. Neoplasia: a disease of cell differentiation. *Cancer research*. 1968;28(9):1908-14.
 32. Sakakima Y, Hayakawa A, Nagasaka T, Nakao A. Prevention of hepatocarcinogenesis with phosphatidylcholine and menaquinone-4: in vitro and in vivo experiments. *J Hepatol*. 2007;47(1):83-92.
 33. Fukunaga K, Hossain Z, Takahashi K. Marine phosphatidylcholine suppresses 1,2-dimethylhydrazine-induced colon carcinogenesis in rats by inducing apoptosis. *Nutr Res*. 2008;28(9):635-40.
 34. Jantschke P, Schlesinger M, Fritzsche J, Taylor LA, Graeser R, Kirfel G, et al. Lysophosphatidylcholine pretreatment reduces VLA-4 and P-Selectin-mediated b16.f10 melanoma cell adhesion in vitro and inhibits metastasis-like lung invasion in vivo. *Molecular cancer therapeutics*. 2011;10(1):186-97.
 35. Khatik R, Dwivedi P, Shukla A, Srivastava P, Rath SK, Paliwal SK, et al. Development, characterization and toxicological evaluations of phospholipids complexes of curcumin for effective drug delivery in cancer chemotherapy. *Drug delivery*. 2014:1-12.
 36. Eshigina S, Gapparov MM, Mal'tsev G, Kulakov SN. [Influence of dietary therapy containing sunflower oil fortified with phospholipids on the lipid metabolism in patients with hypertension and obesity]. *Vopr Pitan*. 2007;76(1):58-62.
 37. Ristic Medic D, Ristic V, Arsic A, Postic M, Ristic G, Blazencic Mladenovic V, et al. Effects of soybean D-LeciVita product on serum lipids and fatty acid composition in type 2 diabetic patients with hyperlipidemia. *Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases: NMCD*. 2006;16(6):395-404.
 38. Bobkova VI, Lokshina LI, Korsunskii VN, Tananova GV. [Metabolic effect of lipostabil-forte]. *Kardiologiya*. 1989;29(10):57-60.
 39. Almazov VA, Freidlin IS, Krasil'nikova EI. [Use of lipostabil to correct lipid metabolism disorders in patients with ischemic heart disease]. *Kardiologiya*. 1986;26(2):39-42.
 40. Bunea R, El Farrah K, Deutsch L. Evaluation of the effects of Neptune Krill Oil on the clinical course of hyperlipidemia. *Alternative medicine review: a journal of clinical therapeutics*. 2004;9(4):420-8.
 41. Lewis A, Lookinland S, Beckstrand RL, Tiedeman ME. Treatment of hypertriglyceridemia with omega-3 fatty acids: a systematic review. *Journal of the American Academy of Nurse Practitioners*. 2004;16(9):384-95.
 42. Rossmeisl M, Jilkova ZM, Kuda O, Jelenik T, Medrikova D, Stankova B, et al. Metabolic effects of n-3 PUFA as phospholipids are superior to triglycerides in mice fed a high-fat diet: possible role of endocannabinoids. *PLoS one*. 2012;7(6):e38834.
 43. Wilson TA, Meservey CM, Nicolosi RJ. Soy lecithin reduces plasma lipoprotein cholesterol and early atherogenesis in hypercholesterolemic monkeys and hamsters: beyond linoleate. *Atherosclerosis*. 1998;140(1):147-53.
 44. Polichetti EJ, A. Lovanna, C. Portugal, H. Mekki, N. Lorec, A. Pauli, A. Luna, A. Lairon, D. Droitte, P. y cols. Stimulation of the apo AI-high density lipoprotein system by dietary soyabean lecithin in humans - A new substrate for the measurement of lecithin:cholesterol acyltransferase activity. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 1998;9 (11):659-64.
 45. Jiang Y, Noh SK, Koo SI. Egg phosphatidylcholine decreases the lymphatic absorption of cholesterol in rats. *The Journal of nutrition*. 2001;131(9):2358-63.

46. Pettegrew JW, Panchalingam K, Hamilton RL, McClure RJ. Brain membrane phospholipid alterations in Alzheimer's disease. *Neurochemical research*. 2001;26(7):771-82.
47. Favreliere S, Perault MC, Huguët F, De Javel D, Bertrand N, Piriou A, et al. DHA-enriched phospholipid diets modulate age-related alterations in rat hippocampus. *Neurobiol Aging*. 2003;24(2):233-43.
48. Hartmann T, van Wijk N, Wurtman RJ, Olde Rikkert MG, Sijben JW, Soyninen H, et al. A nutritional approach to ameliorate altered phospholipid metabolism in Alzheimer's disease. *Journal of Alzheimer's disease: JAD*. 2014;41(3):715-7.
49. Engelborghs S, Gilles C, Ivanou A, Vandewoude M. Rationale and clinical data supporting nutritional intervention in Alzheimer's disease. *Acta clinica Belgica*. 2014;69(1):17-24.
50. Jansen D, Zerbi V, Arnoldussen IA, Wiesmann M, Rijpm A, Fang XT, et al. Effects of Specific Multi-Nutrient Enriched Diets on Cerebral Metabolism, Cognition and Neuropathology in AbetaPPsw-PS1dE9 Mice. *PLoS one*. 2013;8(9):e75393.
51. Bourre JM. Roles of unsaturated fatty acids (especially omega-3 fatty acids) in the brain at various ages and during ageing. *J Nutr Health Aging*. 2004;8(3):163-74.
52. Jayaraman T, Kannappan S, Ravichandran MK, Anuradha CV. Impact of Essentiale L on ethanol-induced changes in rat brain and erythrocytes. *Singapore Med J*. 2008;49(4):320-7.
53. Ji C. New Insights into the Pathogenesis of Alcohol-Induced ER Stress and Liver Diseases. *Int J Hepatol*. 2014;2014:513787.
54. Banerjee P, Jana S, Chakraborty S, Swarnakar S. Inflammation and MMPs in alcohol-induced liver diseases and protective action of antioxidants. *Indian J Biochem Biophys*. 2013;50(5):377-86.
55. Wat E, Tandy S, Kapera E, Kamili A, Chung RW, Brown A, et al. Dietary phospholipid-rich dairy milk extract reduces hepatomegaly, hepatic steatosis and hyperlipidemia in mice fed a high-fat diet. *Atherosclerosis*. 2009;205(1):144-50.
56. Espinosa A, Valenzuela R, Gonzalez-Manan D, D'Espessailles A, Guillermo Gormaz J, Barrera C, et al. Prevention of liver steatosis through fish oil supplementation: correlation of oxidative stress with insulin resistance and liver fatty acid content. *Archivos latinoamericanos de nutrición*. 2013;63(1):29-36.
57. Rossmeisl M, Medrikova D, van Schothorst EM, Pavlisova J, Kuda O, Hensler M, et al. Omega-3 phospholipids from fish suppress hepatic steatosis by integrated inhibition of biosynthetic pathways in dietary obese mice. *Biochimica et biophysica acta*. 2014;1841(2):267-78.
58. Coleman NA. Antioxidants in critical care medicine. *Environ Toxicol Pharmacol*. 2001;10(4):183-8.
59. Baradaran A, Nasri H, Rafieian-Kopaei M. Oxidative stress and hypertension: Possibility of hypertension therapy with antioxidants. *J Res Med Sci*. 2014;19(4):358-67.
60. Bulotta S, Celano M, Lepore S, Montalcini T, Pujia A, Russo D. Beneficial effects of the olive oil phenolic components oleuropein and hydroxytyrosol: focus on protection against cardiovascular and metabolic diseases. *J Transl Med*. 2014;12(1):219.
61. Rahmani AH, Albutti AS, Aly SM. Therapeutics role of olive fruits/oil in the prevention of diseases via modulation of anti-oxidant, anti-tumour and genetic activity. *Int J Clin Exp Med*. 2014;7(4):799-808.
62. Laguerre M, Bayrasy C, Panya A, Weiss J, McClements DJ, Lecomte J, et al. What makes good antioxidants in lipid-based systems? The next theories beyond the polar paradox. Critical reviews in food science and nutrition. 2013.
63. Nicolson GL, Ash ME. Lipid Replacement Therapy: a natural medicine approach to replacing damaged lipids in cellular membranes and organelles and restoring function. *Biochimica et biophysica acta*. 2014;1838(6):1657-79.
64. Gulseren I, Corredig M. Storage stability and physical characteristics of tea-polyphenol-bearing nanoliposomes prepared with milk fat globule membrane phospholipids. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2013;61(13):3242-51.
65. Thompson AK, Haisman D, Singh H. Physical stability of liposomes prepared from milk fat globule membrane and soya phospholipids. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2006;54(17):6390-7.
66. Takahashi K, Inoue Y. Marine by-product phospholipids as booster of medicinal compounds. *Adv Food Nutr Res*. 2012; 65:31-46.
67. Beaulieu L, Thibodeau J, Bryl P, Carbonneau ME. Characterization of enzymatic hydrolyzed snow crab (*Chionocetes opilio*) by-product fractions: a source of high-valued biomolecules. *Bioresour Technol*. 2009;100(13):3332-42.
68. Hiratsuka S, Kitagawa, T., Matsue, Y., Hashidume, M., And Wada, S. Lipid class and fatty acid composition of phospholipids from the gonads of skipjack tuna. *FISHERIES Sci*. 2004; 70:903-9.
69. King MF, Boyd, L.C. and Sheldon, B.W. . Antioxidant properties of individual phospholipids in a salmon oil model system. *J of the Am, Oil Chemists' Society*. 1992;69:545-51.
70. Eirikur K. Ethanol extraction of marine phospholipids from fishmeal and by-products of fish: Technical University of Denmark; 2010.
71. Ramprasath VR, Eyal I, Zchut S, Jones PJ. Enhanced increase of omega-3 index in healthy individuals with response to 4-week n-3 fatty acid supplementation from krill oil versus fish oil. *Lipids in health and disease*. 2013;12:178.
72. Vigerust NF, Bjorndal B, Bohov P, Brattelid T, Svardal A, Berge RK. Krill oil versus fish oil in modulation of inflammation and lipid metabolism in mice transgenic for TNF-alpha. *European journal of nutrition*. 2013;52(4):1315-25.
73. Harris WS. n-3 fatty acids and serum lipoproteins: animal studies. *The American journal of clinical nutrition*. 1997;65(5 Suppl):1611S-6S.
74. Eslick GD, Howe PR, Smith C, Priest R, Bensoussan A. Benefits of fish oil supplementation in hyperlipidemia: a systematic review and meta-analysis. *International journal of cardiology*. 2009;136(1):4-16.
75. Breslow JL. n-3 fatty acids and cardiovascular disease. *The American journal of clinical nutrition*. 2006;83(6 Suppl): 1477S-82S.
76. Harris WS, Miller M, Tighe AP, Davidson MH, Schaefer EJ. Omega-3 fatty acids and coronary heart disease risk: clinical and mechanistic perspectives. *Atherosclerosis*. 2008;197(1): 12-24.
77. Cleland LG, James MJ, Proudman SM. The role of fish oils in the treatment of rheumatoid arthritis. *Drugs*. 2003; 63(9):845-53.
78. Boudrault C, Bazinet RP, Ma DW. Experimental models and mechanisms underlying the protective effects of n-3 polyunsaturated fatty acids in Alzheimer's disease. *The Journal of nutritional biochemistry*. 2009;20(1):1-10.
79. EFSA. Scientific opinion on dietary reference values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. EFSA, 2010.
80. Fahr A, Liu X. Drug delivery strategies for poorly water-soluble drugs. Expert opinion on drug delivery. 2007;4(4):403-16.
81. Musa SH, Basri M, Masoumi HR, Karjiban RA, Malek EA, Basri H, et al. Formulation optimization of palm kernel oil esters nanoemulsion-loaded with chloramphenicol suitable for meningitis treatment. *Colloids and surfaces B, Biointerfaces*. 2013;112:113-9.
82. Nasirideen S, Kas HS, Oner F, Alpar R, Hincal AA. Naproxen incorporated lipid emulsions. I. Formulation and stability studies. *Journal of clinical pharmacy and therapeutics*. 1998; 23(1):57-65.
83. Sznitowska M, Klunder M, Placzek M. Paclitaxel solubility in aqueous dispersions and mixed micellar solutions of lecithin. *Chemical & pharmaceutical bulletin*. 2008;56(1):70-4.
84. Buchman AL, Sohel M, Brown M, Jenden DJ, Ahn C, Roch M, et al. Verbal and visual memory improve after choline supplementation in long-term total parenteral nutrition: a pilot study. *JPEN Journal of parenteral and enteral nutrition*. 2001; 25(1):30-5.
85. Hwang SR, Lim SJ, Park JS, Kim CK. Phospholipid-based microemulsion formulation of all-trans-retinoic acid for parenteral administration. *International journal of pharmaceutics*. 2004;276(1-2):175-83.



Revisión

Balón intragástrico: revisión de los dispositivos alternativos a los métodos clásicos (Bioenterics)

Miguel Ángel Martínez Olmos¹, Emilia Cancer², Irene Bretón³, Visitación Álvarez⁴, Verónica Abilés⁵, J. Abilés⁵, Noelia Peláez⁶, Carmen Mellado⁷, Rose-Anne Mazure⁸ y Jesús Manuel Culebras⁹; Grupo de Trabajo OBESMINVA de la SENPE

¹H. Universitario (Santiago de Compostela). ²H. Fuenlabrada. ³H. Gregorio Marañón. ⁴H. Universitario Guadalajara. ⁵H. Costa del Sol (Marbella). ⁶H. Alcalá de Henares ⁷H. Virgen de las Nieves (Granada). ⁸Cl. Sta. Elena (Torremolinos). ⁹IBIOMED, Universidad de León. España.

Resumen

Desde la Conferencia de Consenso de Tarpon Spring en 1987, el Balón Intragástrico de Bioenterics se ha impuesto como modelo en el tratamiento de la obesidad con esta técnica. No obstante, a lo largo de los 30 últimos años, y en especial en los 10 últimos, han aparecido nuevos conceptos de balón intragástrico así como modelos alternativos de balón que revisamos en este trabajo.

(Nutr Hosp. 2015;31:84-91)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8090

Palabras clave: *Balón intragástrico. Obesidad. Tratamiento. Revisión.*

INTRAGASTRIC BALLOON: A REVIEW CONCERNING ALTERNATIVE BALLOONS COMPARED TO THE CLASSICAL ONES (BIOENTERICS)

Abstract

Since de Tarpon Springs Consensus Conference in 1987, the Bioenterics Intra-gastric Balloon represents the standard model for obesity treatment with this technique. Nevertheless, over the last 30 years, especially for the last ten years, novel concept of balloons has appeared, as well as new alternative models, which are reviewed in this paper.

(Nutr Hosp. 2015;31:84-91)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8090

Key words: *Intra-gastric Balloon. Obesity. Treatment. Revision.*

Introducción

Aunque la obesidad aumenta significativamente los riesgos para la salud y disminuye la expectativa de vida de forma inversamente proporcional al IMC, también sabemos hoy que una modesta reducción del 10% del peso puede revertir en gran parte estos riesgos¹.

La cirugía es el tratamiento más eficaz hoy en día, pero es un abordaje aún en gran parte empírico y no exento de complicaciones y secuelas.

Por otra parte, los avances técnicos confieren hoy gran versatilidad a las técnicas endoscópicas, destinadas sin duda a ocupar un lugar preponderante en el tratamiento de la obesidad. Tratar de controlar la saciedad actuando sobre el tubo digestivo y en particular sobre el estómago es una forma intuitiva de abordar

el problema de la obesidad, que con el tiempo están demostrando su eficacia.

Sin embargo, todavía muchas de esas técnicas se hallan en una fase inicial, por lo que, en lo que respecta al contingente de técnicas restrictivas, el balón intragástrico (BIG) sigue siendo hoy el más utilizado.

Con respecto al BIG sabemos que los propios balones han sufrido una evolución desde los años 80, en que se inició su diseño. Así, desde una perspectiva histórica, los primeros balones que fueron aprobados en Estados Unidos se retiraron por sus excesivos inconvenientes, y no fue hasta 1987 en que en la Conferencia de Consenso de Tarpon Spring se dictaron los requisitos que debían cumplir las nuevas generaciones de balones. Debían ser esféricos, de silicona, rellenos de líquido etc². Se diseñó entonces el balón de Bioenterics, hoy el clásico, con más de 25 años de experiencia (500.000 pacientes tratados, más de 40 series de un número mayor de 10 pacientes, y una seguridad y eficacia probada), pero que plantea aun incógnitas y no está exento de inconvenientes.

A pesar de esa evolución, en este momento aún nos preguntamos cuál es el íntimo mecanismo de acción

Correspondencia: Dra. Rose-Anne Mazure Lehnhoff.
C./ La Colina, 3. 5º 505 Torremolinos 29620.
Cirujano General en Clínica Santa Elena.
C./ Sardinero s/n Torremolinos 29620.
e-mail: dra.mazure@gmail.com

Recibido: 4-X-2014.
Aceptado: 6-XI-2014.

del balón. La idea inicial de que actuaba en virtud de su volumen ha sido sustituida, o mejor dicho complementada, por el efecto de la presión sobre la pared gástrica³⁻⁴.

A este respecto, tras la experiencia adquirida, otro factor que parece cobrar importancia es la localización o posicionamiento inicial del balón en el estómago: aún sin conocerse bien sus efectos sobre la relajación receptora y la acomodación, se ha visto que un balón situado a nivel antral provoca menor saciedad y más náuseas y vómitos, mientras que a nivel fúndico se tolera mejor y resulta más saciante.⁵ Este matiz se atribuyó a la grelina, cuya secreción es de predominio fúndico. No obstante, aún no ha sido posible demostrar claramente una disminución de los niveles de grelina en pacientes portadores de BIG.

Otro aspecto es el hecho de que el balón no actúa como simple mecanismo de restricción de la capacidad gástrica, sino que además de la saciedad precoz que limita el volumen de ingesta, ocasiona un enlentecimiento del vaciado gástrico, que además es extremadamente variable según los pacientes: desde 1h30 hasta 4h⁶⁻⁷.

Por otra parte, la experiencia muestra que el efecto del BIG disminuye progresivamente con el tiempo, especialmente a partir del 3º mes, para extinguirse hacia el 6º mes. Así, no conocemos aún las ventajas concretas que pueden obtenerse:

1º alargando el tiempo de permanencia del balón.

2º incrementando el volumen de llenado.

3º reemplazando el balón por otro, y en el mismo momento aumentando el volumen de llenado, o pasado un cierto intervalo de tiempo.

Además, todavía no queda claro ni el volumen óptimo de llenado del balón, ni siquiera cual debe ser el elemento de llenado (líquido, aire o incluso contraste radiopaco)⁸.

Lo que sí parece estar claro es que existen evidentes variaciones individuales en la respuesta al BIG, tanto en tolerancia como en eficacia. En este sentido, habría una teórica ventaja en poder adaptar el balón –volumen y tiempo de permanencia– a cada paciente.

Al margen de estos aspectos, el BIG plantea complicaciones ocasionales de desinflado, acompañado en ocasiones de migración. Se desconocen las causas concretas del desinflado precoz, aunque se atribuye a fallos de la válvula. Podrían influir el material y la calidad del balón, y probablemente también algunos aspectos técnicos, puesto que parece que el porcentaje de desinflado y migración es muy diferente en las distintas series⁹⁻¹⁰.

Esta complicación en general se produce a partir del 3º mes, y si es detectada y resuelta a tiempo con la extracción del balón, no es un gran inconveniente ya que es en los 3 primeros meses cuando el BIG ejerce su mayor efecto (como hemos visto, su eficacia decae mucho a partir de entonces).

El problema del desinflado se convierte en una complicación como tal si migra, ya que si no se expulsa

espontáneamente, puede ocasionar una obstrucción intestinal. Esto ocurriría en un 0,4-0,8% del total de los casos según lo calculado por Mathus Vliegen¹¹. Como parece que no se han demostrado migraciones en las primeras 48 h tras el desinflado, lo importante es detectar el desinflado (la aparición de azul de metileno en orina) y extraer el balón en esas primeras 48 horas.

Los inconvenientes actuales del Balón Intragástrico pueden pues resumirse del siguiente modo:

- La introducción y extracción han de ser endoscópicas y bajo sedación.
- Los primeros días puede producir un grado variable de molestias en forma de náuseas, vómitos y/o dolor epigástrico.
- Existe riesgo de desinflado cifrado desde 0% a 8% con posible migración que pudiera causar obstrucción intestinal.
- Su efecto es temporal, con disminución progresiva de su eficacia, especialmente a partir del 3º mes (la permanencia habitual del balón se establece en 6 meses)¹².
- Al ser un procedimiento temporal, existe un alto riesgo de recuperación ponderal, variable en función de la capacidad de modificación la conducta y hábitos del paciente.
- El coste del procedimiento, que incluye al menos el balón y 2 endoscopias.

Las opciones disponibles hoy en el mercado van dirigidas a paliar estos problemas mediante diversas aportaciones técnicas.

Para evitar 1 o 2 procedimientos endoscópicos, OBALON, ULLLOREX y BUTTERFLY.

Para disminuir las molestias tras la inserción, se diseñan balones de aire o balones regulables tales como HELIOSPHERE, SPATZ o ENDOGAST.

Con objeto de minimizar riesgos de migración y eventual obstrucción intestinal, nacen los balones anclados o semianclados como los mencionados SPATZ y ENDOGAST o bien el SAB.

La transitoriedad de los efectos del balón motiva los intentos técnicos de regulación del volumen, que puede realizarse mediante el balón tipo SPATZ o el ENDOGAST.

Se presentan también en el mercado versiones más baratas del balón clásico de Bioenterics como el Sili-med o MedSil y Lexbal.

Trataremos de analizar los distintos procedimientos en esta revisión.

Obalon

Tiene por objeto evitar en principio el procedimiento de introducción endoscópica: consiste en la deglución de una cápsula que se inflará con gas hasta 250 cc y habrá de retirarse mediante endoscopia a los 3 meses. La casa comercial aconseja en su página web la

introducción sucesiva de otros 2 balones con intervalos de un mes.

La técnica de inserción requiere un manómetro digital, una comprobación radiológica y la disponibilidad de una sala de endoscopia en caso de malposición, para su extracción inmediata.

Tras la comprobación del manómetro y sus presiones, el paciente ha de deglutir la cápsula menos de un minuto tras la humectación del catéter. Se confirma radiológicamente que la cápsula ha franqueado la unión gastroesofágica y se halla en el estómago. Se comprueba nuevamente la presión del dispensador y se infla el balón liberado de la cápsula a una presión ideal de 13,8 Kpa, con un margen de 8,3 a 17,2. En caso de que las presiones se hallen fuera de rango, se realiza una endoscopia a las 24 h siguientes y en caso de malposición o defecto de inflado habrá que retirar eventualmente el balón. El balón no está diseñado para un periodo superior a 3 meses.

Se comienza con un balón, y en función de los resultados se añadirán un segundo o un tercer balón, con intervalos mensuales.

No disponemos aún en la literatura científica de series de pacientes tratados por este método.

Ullorex

Es éste un balón de poliuretano diseñado por Phagia Technologies, Inc. USA, para ser deglutido como cápsula, sin endoscopia, y autoinflable con dióxido de carbono hasta unos 300 cc, y que se desinflaría en el estómago a los 25-30 días para ser expulsado espontáneamente vía natural.

El dispositivo es activado mediante la inyección de ácido cítrico, el paciente deglute la cápsula, y uno o dos minutos más tarde la gelatina se disuelve, al igual que la cobertura interna de la cápsula liberándose –por reacción a partir del bicarbonato de sodio incluido en la cápsula– dióxido de carbono que infla progresivamente el balón, hasta el 90% en unos 9 minutos después del inicio de la reacción. El tapón está compuesto de un polímero bioabsorbible que se degrada en unos 25-30 días ante una acidez gástrica normal, y así se desinfla el balón.

Los primeros resultados en humanos se publican en Julio 2007¹³. Se detallan los estudios del material in vitro y preliminares en 3 cerdos así como en 2 voluntarios humanos. A continuación, se analiza la seguridad del balón en 12 participantes durante 2 semanas y distribuidos en 2 cohortes. 6 son randomizados incluyendo 2 controles, insertándose 1,2 o 3 balones. A los otros 6 se les trata con un balón, y se practican tests de ingesta alimentaria. En los 3 primeros pacientes de la serie hubo un inflado incompleto por lo que se modificaron los balones antes de proseguir el estudio. Hubo un caso de intolerancia que requirió hospitalización en el único paciente al que se administraron 3 balones. Los demás efectos adversos observados

fueron de escasa relevancia. Hubo que efectuar una retirada precoz por insatisfacción. En 6 pacientes el balón se halló desinflado a las 2 semanas, a pesar de que en cerdos se había mantenido inflado entre 35 y 30 días. En las 2 semanas los pacientes perdieron una media de 1,5+/-1,7 Kg y no se encontraron diferencias significativas en el estudio de saciedad antes y después de la inserción del balón.

Las conclusiones de este estudio de seguridad del Ullorex se centran en la identificación de problemas que requieren corrección: prevenir la deflación prematura, facilitar el paso eficiente por píloro una vez que se desinfla y comenzar con un solo balón para prevenir intolerancia. Los autores aconsejan estudios ulteriores.

Heliosphere

Este balón se caracteriza por ser llenado con aire en lugar de suero fisiológico hasta un total de 750 ml, alcanzando así 30 g de peso en lugar de los 550 g de los balones convencionales. Manufacturado en Vienne (Helioscopie Medical Implants Francia) en 2004, su uso se ha extendido mucho desde hace 10 años; en 2005 se estimaban ya en unos 2400 los balones vendidos. En 2006 la Oficina Canadiense de Asesoramiento Tecnológico¹⁴ realiza una revisión de la literatura: encuentra en Francia dos series no controladas de 32 pacientes cada una. Las pérdidas ponderales son similares a las del BIB. Aparecieron síntomas no deseados en 10 a 84% de los pacientes, sobre todo en la primera semana. Tuvieron que retirarse 4 balones de forma prematura (6,3%) y hubo una deflación precoz. Forestieri EN 2006¹⁵ observó importantes problemas tanto a la introducción –por ser poco plegable y con difícil introducción de la aguja–, como a la extracción, especialmente por el tamaño de la válvula. En 2 casos el balón no se halló y en 3 migró, requiriendo una extracción quirúrgica.

Los fabricantes recomiendan inserción y extracción bajo anestesia general e intubación.

Según el fabricante los vómitos durarían menos de 3 días, y sólo en 12-16% de los pacientes más de 8 días.

Con posterioridad a esta revisión, contamos con estudios como el de Mion 2007¹⁶ –32 pacientes– que observa importantes problemas en la retirada del balón atribuidas al tamaño de la válvula, a pesar de las modificaciones realizadas; o bien el de Trande 2010¹⁷ –17 pacientes– Y Lecumberri 2011¹⁸ –82 pacientes con 2 deflaciones y una extracción quirúrgica–.

En 2012 Giurcin¹⁹ aporta una nueva serie de 32 pacientes seleccionados por un equipo multidisciplinar. No hay retiradas precoces ni comenta dificultades técnicas. Se produce una deflación con migración hasta la válvula ileocecal que requiere intervención quirúrgica urgente por oclusión intestinal. La pérdida ponderal media a los 6 meses es de 12,66 Kg (24,37% del exceso ponderal). 16 pacientes conservaron el balón 18 meses y su pérdida ponderal media fue de 18,2 Kg.

Como puede observarse en la tabla adjunta, las retiradas por intolerancia variaron en las distintas series desde 0% hasta 6,3%. En el primer caso el balón fue inflado con 600 ml aunque está previsto para 650 hasta 750 ml.

Los problemas de desinflado y migración a su vez se presentaron entre 1,6 y 12% en las distintas series; sufrieron intervención quirúrgica entre 1,2 y 22% de los pacientes⁶.

La pérdida ponderal media publicada por los distintos autores osciló entre 9,4 y 14,5 Kg a los 6 meses.

Silimed

Este modelo de balón, diseñado por Silimed Company en Brasil, propone más seguridad y rapidez de inserción y un menor precio.

Sus autores publican una serie de 52 pacientes tratados desde junio 2006 a junio 2007: 14 de ellos habían completado el periodo de 6 meses en abril 2008 cuando enviaron el estudio para su publicación.

Implantación y extracción se realizan bajo sedación y con la ayuda de un asa de polipectomía con la que se introduce el balón en el estómago bajo visión directa. Para la extracción se utiliza un sobre tubo de silicona para prevenir una posible aspiración de contenido gástrico. El llenado del balón se realiza con 650 cc de suero salino o con Iopamiron para optimizar la visión radiológica del mismo en caso necesario.

En 11 pacientes (21%) hubo dolor epigástrico que motivó la retirada prematura del balón, y 3,8% de deflaciones.

La pérdida ponderal media de los 14 pacientes que completaron el tratamiento fue de 11,3+/-6,2 Kg. El exceso de peso inicial variaba de 1,6 Kg a 78,7 Kg, y el porcentaje del exceso ponderal perdido, entre 3,1 y 156,4%.

Butterfly

Cuenta con un estudio experimental publicado en 2001²⁰, así como una descripción del procedimiento²¹. El dispositivo consiste en una doble cinta de poliéster de 18 m de largo plegada en 2 lazos. Se emplaza en el estómago con un tubo de plástico y se cierra con un nudo. Hasta ahora sabemos que en animales ocasiona úlcera gástrica en 20% y migración en casi un tercio de animales.

SAB (Semistationary Antral Balloon)

Procedente de JP Industria Farmaceutica SA en Brasil, es un balón en forma de pera con su polo cónico orientado hacia el píloro, y prolongado por un "stem" duodenal de 30 cm de silicona y un contrapeso de 7 g metálico. Se rellena con 150–180 cc de suero salino.

Tiene por objeto provocar una oclusión intermitente del píloro, ralentizando el vaciado gástrico.

El primer estudio realizado en 26 pacientes y publicado por Lopasso²² mostró un 12,1% de exceso de peso perdido a los 6 meses, buena tolerancia, pero 4 deflaciones con oclusión intestinal en un caso que requirió cirugía.

Medsil y Lexbal

Son balones intragástricos similares al BIB. El MedSil fue utilizado en Chequia, en una serie de 22 pacientes²³, con resultados similares al balón convencional; no hubo complicaciones relevantes y dichos balones fueron retirados a los 6 meses sin incidencias. El Lexbal es de fabricación Argentina comercializado en España y de menor coste. No cuenta con estudios publicados en revistas científicas.

Endogast o ATIIP

Totally Implantable Intra-gastric Prosthesis

Este modelo está producido por Districlass Medical SA en Francia.

La implantación de este balón es un procedimiento combinado, quirúrgico y endoscópico.

Su diseño tiene por objetivo prevenir la migración del balón fijándolo a la pared abdominal así como permitir la regulación de su volumen a través de un reservorio subcutáneo. Su llenado se verifica con aire.

Disponemos de un estudio multicéntrico a lo largo de un año publicado en 2007²⁴: concierne 57 pacientes intervenidos de Noviembre 2004 a Marzo 2007 con un seguimiento entre 1 y 28 meses. El procedimiento se pudo realizar en todos los pacientes con un llenado de 210 ml de aire.

Los pacientes son sometidos a antibioterapia profiláctica durante 4 días, así como a heparina de bajo peso molecular y descontaminación oral con Clorhexidina durante 3 días.

La intervención se realiza bajo anestesia general, la prótesis se implanta con el procedimiento de la gastrostomía endoscópica percutánea y en una segunda fase de la intervención, se implanta el reservorio en un bolsillo subcutáneo, a unos 10 cm de la incisión de gastrostomía. Se deja un drenaje subcutáneo que es retirado al 3º día.

El inflado comienza al 2º día postoperatorio con 150 ml y en los días siguientes se continúa con 50 - 150 ml de aire en función de la tolerancia del paciente. Tras un control radiológico para verificar el posicionamiento correcto del balón, comienza la ingesta oral con agua, y al 4º día dieta semilíquida. Al 10º día se comienza un programa dietético. No se considera necesaria la administración de inhibidores de la bomba de protones.

La pérdida del exceso ponderal en esta serie progresa de 22,3% a los 3 meses, 28,7% a los 6 meses y

39,2% a los 12 meses. 6 pacientes (10,5%) se perdieron del seguimiento, pero en todos ellos se retiró la prótesis antes del año, y 45 pacientes (78,9%) estaban aún en tratamiento en el momento de concluir el estudio.

En 2 pacientes hubo que sustituir la prótesis por pérdida de aire, en 3 hubo un neumoperitoneo sintomático, en 7 apareció una infección subcutánea incisional (12,2%) y en uno hubo una neumonía basal derecha. Un paciente presentó una bradicardia severa al despertar de la anestesia.

Tres pacientes aquejaron dolor abdominal durante los periodos interprandiales durante el 1º mes; ningún paciente tuvo vómitos o dolor abdominal en los meses siguientes. Los autores atribuyen una mayor eficacia y una menor incidencia de efectos indeseables a la localización del balón a nivel de cuerpo-fundus gástrico: la distensión de esta zona provoca más señales vago-vagales, al tiempo que evitando la distensión gástrica distal se minimizan náuseas, vómitos y epigastralgia.

SPATZ o ABS Ajustable Intra-gastric Balloon

Este balón de FGIA Inc., USA, es de silicona con un catéter que emerge del balón bifurcándose perpendicularmente en 2 extremos. Uno más largo que integra un eje metálico con una curva cuya forma previene la migración del balón; una segunda generación integra una banda estabilizadora. El segundo extremo es más corto y destinado al inflado y los eventuales ajustes.

La aplicación de estos balones comienza en Chequia en Octubre 2009 con 5 pacientes, tras los cuáles se hace la mencionada modificación del modelo. En los 18 pacientes siguientes²⁵ se aplica el Spatz de segunda generación, y todo ello se publica en un Estudio Piloto en el que participan 9 profesionales de distintos centros (Chequia, USA, España, Israel). Se realizaron 17 ajustes: el primero sin control endoscópico provocó la ruptura del catéter, por lo que los demás fueron hechos bajo visión endoscópica. Los ajustes se realizaron por intolerancia en 6 pacientes, con extracción media de 117 ml, y en 10 casos por meseta en la pérdida ponderal con adición de 188 ml, obteniéndose una pérdida suplementaria de 7 Kg.

En total, 7 de los 18 balones (39%) tuvieron que retirarse durante el estudio, los motivos fueron: perforación gástrica, gastritis erosiva, síndrome de Mallory-Weiss, rotura de catéter, válvula o balón, o en un caso por embarazo. Los 15 pacientes que mantuvieron 6 meses el balón perdieron una media de 15,7Kg o 36% de su exceso ponderal. Al año, quedaron 11 pacientes con pérdida media de 24,4 Kg correspondientes a 48,8 % de su exceso ponderal.

Un nuevo estudio se publica en Enero del presente año 2014²⁶, incluyendo 73 pacientes. Hubo 3 inserciones fallidas, 3 deflaciones, 3 ajustes fallidos, y 3 impactaciones de catéter que requirieron en 2 casos una extracción quirúrgica (4,1%) así como una úlcera

gástrica visualizada a la extracción. En 5,5% de los pacientes hubo intolerancia sin posibilidad de ajuste. Los pacientes con 114,5 Kg y BMI medio de 36,6 habían perdido al año 21,6 Kg es decir 45,7% de su exceso ponderal. Los 38 pacientes ajustados perdieron 9,4 Kg o 18,7% de su exceso ponderal. Sin embargo concluyen que el alargamiento del periodo de implantación y los ajustes consiguientes, si bien conducen a un aumento de la pérdida ponderal, éste es inferior al 10%.

Espinet-Coll²⁷, en su revisión sobre Técnicas Endoscópicas actuales en el tratamiento de la obesidad, comenta una serie propia de 109 pacientes, en los que tuvo 16 incidencias relevantes (15%), así como un síndrome de Mallory-Weiss. Estos incidentes consistieron en 4 problemas al rellenar el balón que requirieron la sustitución del mismo, así como 12 retiradas precoces: 7 (6,5%) migraciones del catéter de anclaje a duodeno causaron 4 úlceras gastroduodenales una de las cuáles requirió cirugía; además, una úlcera gástrica por decúbito y 4 intolerancias clínicas.

Discusión

El BIG es una herramienta terapéutica bien establecida hoy para el tratamiento de la obesidad. Es una técnica restrictiva temporal por lo que su utilización sólo se justifica en el contexto de un adecuado programa de modificación de hábitos y en pacientes seleccionados.

Desde la presentación del balón de Bioenterics, considerado hoy como referencia por la amplia experiencia adquirida y publicada respecto a su utilización, se han propuesto diversos modelos que tratan de obviar algunos de sus inconvenientes y/o mejorar los resultados obtenidos.

Algunos de esos modelos, similares al clásico, son los de Silimed, MedSil y Lexbal, que ofrecen en el primer caso más facilidad técnica y en el 3º menor coste. Pero el uso de este último no se halla avalado por la literatura.

En esta revisión hemos presentado datos que nos permiten un primer análisis comparativo de las ventajas e inconvenientes de los nuevos modelos ofrecidos en el mercado.

Un aspecto importante es el que concierne al entorno de seguridad que requieren la introducción y extracción de un balón. Para obviar la necesidad de una sala de endoscopia y de una sedación consciente, se han introducido modelos de balones que permiten su deglución –Obalon y Ullorex–, e incluso su disolución y expulsión espontánea sin necesidad de extracción –Ullorex– fuera de la sala de endoscopia.

La idea atractiva de un balón que se deglute en forma de cápsula, se infla espontáneamente en el estómago y se expulsa al cabo de un mes, tropieza hoy con el inconveniente de que el periodo de 25 a 30 días de presencia en el estómago observado en la experimentación animal se ha visto reducido a unas 2 semanas en los primeros estudios humanos. Por otra parte, los 300 cc de CO₂

de volumen obtenido son insuficientes para una buena eficacia en términos de pérdida ponderal, lo que lleva a recomendar un 2° y hasta un 3° balón simultáneamente.

En la primera cohorte de 12 pacientes presentada, todos ellos habían de someterse a una endoscopia oral previa para verificar la ausencia de patología gástrica, y a una estudio radiológico baritado, 30 minutos después de la deglución de la cápsula, con objeto de confirmar su correcta ubicación. Por lo que, en comparación con la técnica clásica, no se evita la endoscopia inicial y se ha de añadir el estudio radiológico.

El eventual refuerzo de la eficacia con la deglución de un 2° y/o 3° cápsula con intervalos mensuales habrá de confirmarse, al igual que la tolerancia y seguridad del procedimiento. Deberá valorarse también la necesidad de sendas endoscopias y estudios radiológicos iterativos.

Actualmente se están estudiando modificaciones del balón para evitar el desinflado prematuro y también facilitar su paso por el píloro.

El Obalón también está diseñado para introducirse sin endoscopia pero con control radiológico. Requiere instrumentación específica (dispensador y manómetro). La sala de endoscopia ha de estar disponible para proceder a la extracción inmediata en caso de malposición. Sería conveniente confirmar cuántas inserciones fallidas de Obalón habrán de requerir endoscopia, y qué tiempo de permanencia y por tanto de eficacia tendrán estos balones una vez aplicados con sus modificaciones en humanos.

El Ullorex por su parte habrá de perfeccionarse para mejorar su eficacia: el desinflado precoz a las 2 semanas demostrado en el 50% de pacientes, así como la escasa pérdida ponderal obtenida sin incremento de la sensación de saciedad, no parecen justificar en este momento la aplicación clínica de esta técnica.

En las recomendaciones de la técnica habitual para la colocación del balón, emitidas hasta ahora², la endoscopia inicial forma parte del protocolo, para verificar la ausencia de úlcera u otra patología a nivel gástrico y duodenal.

El periodo de permanencia del Obalón se limita a 3 meses. Pero, ¿podría implantarse este modelo, o tal vez los menos invasivos aún de Ullorex, sin endoscopia previa?

Por otra parte, cabe esperar que estos nuevos balones, de bajo volumen, rellenos de gas y por tanto de menor peso, sean mejor tolerados. Ello conllevaría también una menor eficacia de inicio pero, que en función de la evolución del paciente, se podría resolver con balones adicionales.

Sería interesante en un futuro contar con estudios comparativos entre estas opciones y el balón tradicional, en términos de eficacia, tolerancia y también costes. Los costes habrían de referirse no sólo al precio del balón sino a los recursos requeridos, como el uso de la sala de endoscopia o los estudios radiológicos.

Es probable que estos nuevos conceptos de balones menos invasivos, de menor volumen e incluso biodegradables, representen en un futuro una nueva

opción terapéutica para un grupo bien seleccionado de pacientes.

Otro aspecto que se ha intentado resolver con nuevos modelos de balón es el de la regulación del volumen. Con ello se pretende en primer lugar adaptar el volumen del balón a la respuesta específica del paciente en términos de eficacia y tolerancia, y también, de forma general, evitar la intolerancia de los primeros días mediante un inflado progresivo del balón.

La regulación de volumen puede realizarse actualmente con 2 modelos de balón: el Spatz y el Endogast. El primero mediante un catéter anexo al balón y el 2° a través de un reservorio subcutáneo.

El balón de Spatz ofrece la doble ventaja de evitar la migración del balón gracias al catéter de anclaje, y de poder ajustarse el volumen de llenado. No obstante, si bien no migró el balón, migró el catéter llegando a causar perforación intestinal. En el último estudio publicado en Enero de este año, se utilizó un modelo perfeccionado, el Spatz 3, pero sumando intentos fallidos, ajustes fallidos e impactaciones de catéter con imposibilidad de ajuste por intolerancia, el número de incidencias es tal que consideramos que impiden aprovechar la ventaja técnica ofrecida; si añadimos el hecho de que los ajustes conseguidos llevaron a una disminución ponderal inferior al 10%, pensamos que este procedimiento no es aconsejable hasta que no se superen los inconvenientes.

El Endogast comporta la gran diferencia de convertir la técnica en quirúrgica con disrupción de la pared gástrica para exteriorizar el catéter hacia el reservorio subcutáneo, creando así una vía de contaminación que ha supuesto un 14% de complicaciones sépticas y llevando los autores a aconsejar drenaje subcutáneo y profilaxis antibiótica –y además antitrombótica–.

Además, si el inflado inicial es de 150 ml a las 24 h para prevenir la intolerancia, y de 50 a 150 ml en los días siguientes, para luego regular el volumen en función de las necesidades del paciente, habrá que valorar si esta estrategia es finalmente más satisfactoria para el paciente que el inflado tradicional con 500 ml al inicio. Según se refleja en la serie presentada en 2007, de los 40 pacientes que completaron al menos 3 meses de tratamiento, el volumen medio fue de 210 ml, y, en los 29 que requirieron ajustes posteriores, la media de volumen suplementario fue de 250 ml, con un máximo de 300 ml, acercándose pues al volumen de inflado tradicional.

La pérdida suplementaria del exceso ponderal gracias al tiempo de permanencia de un año fue del 10%. Pero el 78,9% de los pacientes estaban aún en tratamiento en 2007 cuando se publicó el trabajo. Sería interesante saber que ha ocurrido en los últimos años.

Observamos en este sistema 2 ventajas potenciales: la práctica ausencia de intolerancia los primeros días salvo algunos espasmos postprandiales, y por otro lado la posibilidad de mantener el balón hasta un año: con el tiempo de permanencia del balón prolongado a un

año, se podrían realizar más ajustes y con ello quizás mejorar el resultado final.

La estrategia utilizada en este tipo de balón suscita 2 interrogantes: ¿las ventajas que ofrece compensan convertir una endoscopia sin lesión visceral en una intervención quirúrgica que comporta una gastrostomía, aunque sea mínimamente invasiva? Y, si el tiempo máximo de permanencia actual del balón es un año ¿es mejor que la aplicación eventual de 2 balones sucesivos? Este aspecto ha sido objeto de un interesante análisis por parte de Brooks²⁹ en respuesta a un artículo de Genco³⁰.

Por otra parte, a nuestro juicio abre una interesante vía de tratamiento a medio-largo plazo, si se pudiera utilizar este tipo de técnica por periodos mucho más prolongados de permanencia de balón, siempre y cuando se demuestre una eficacia continuada del mismo.

Otra ventaja descrita respecto a estos balones anclados o semianclados al estómago es evitar su migración (que no su desinflado): sin embargo, el desinflado sin migración no entraña problema alguno para el paciente si está correctamente atendido pues el balón inflado con líquido al que se ha añadido azul de metileno permite su extracción del estómago sin incidencias. Además, aunque los desinflados de algunos modelos son probablemente más frecuentes, el balón tradicional presenta tasas hasta del 0% en algunas series¹⁰.

En cambio, no debemos olvidar las complicaciones ocasionadas por los primeros modelos semianclados de Spatz por migración del catéter que han llevado a intervenciones quirúrgicas con resecciones intestinales²⁵. Yap Kannan cuestiona en su artículo la seguridad de este tipo de BIG³¹.

Respecto a la eficacia respectiva de los distintos tipos de balones, hay que insistir que el balón es una herramienta de acompañamiento sobre una base terapéutica de modificación de hábitos.

Aunque su modo de acción no es aún bien conocido, parece que influyen el volumen, la presión sobre la

pared gástrica, y su ubicación en el estómago –fundus o antro–. Respecto a este último aspecto, parece existir un consenso hoy en que la ubicación hacia fundus es preferible por inducir más saciedad y menos náuseas y vómitos³².

Si bien no está claro si es preferible un llenado con gas o líquido, el llenado con líquido permite detectar de forma precoz el desinflado gracias al azul de metileno. El gas daría lugar a menor intolerancia pero requeriría mayor volumen en términos de eficacia. El balón llenado con aire más testado es el de Heliosphere, con eficacia análoga a la del balón tradicional. Algunos autores hallaron más dificultad técnica, especialmente a la extracción.

Lo que está claro es que para poder comparar adecuadamente la eficacia de los distintos modelos de balones sobre la pérdida ponderal sería necesario disponer de estudios prospectivos randomizados en el seno del mismo acompañamiento terapéutico. Éste ha de ser encaminado hacia la modificación consolidada de hábitos y de carácter multidisciplinar, tal como lo aconsejó ya la INH en el año 1991 para el tratamiento quirúrgico y en general para cualquier tratamiento correcto de la obesidad. El reciente informe del Grupo de Investigación AHEAD refleja la influencia de estas estrategias de acompañamiento en los resultados a 8 años³³.

La llegada a nuestro arsenal terapéutico de balones distintos del original de Bioenterics es una buena noticia pero, ¿podemos utilizarlos antes de que series experimentales nos demuestren una seguridad y eficacia al menos igual a los actuales?

Creemos que la evolución de la tecnología aplicada a los balones permitirá sin duda la regulación cada vez más sencilla de los volúmenes de inflado para su óptima adecuación a cada paciente, y por otra parte un tiempo de permanencia del balón prolongado y adaptado, con unos métodos de inserción y extracción cada vez más cómodos para el paciente, al tiempo que consumirán menos recursos del entorno.

Tabla I
Series publicadas con los distintos modelos de balón intragástrico y resultados obtenidos

<i>Big</i>	<i>Año inicio</i>	<i>Nº pacientes estimados</i>	<i>Series publicadas</i>	<i>Problemas ligados al BIG</i>	<i>Cirugía por complicación</i>	<i>Perdida ponderal a 6 meses</i>
HELIOSPHERE	2005	258++	10	1.6-12%	1.2-12%	9.4-14.5%
ATIIP	2007	57	1	22.6%	0	28.7%
ULLOREX	2007	12	1	33%	0	1.5+1.7 Kg *
SAB	2008	26	1	15%	0	
SILIMED	2009	52/14	1	14%	0	11.3+6.2 Kg
SPATZ	2009	205	2	22.8%	11%-4,1%	45.7% **
OBALON	2013	11+	0	-	-	-

La pérdida ponderal se expresa en kilogramos o en porcentaje de exceso de peso perdido.

*en 2 semanas.

**al año.

Se observa ya la aparición de estas 2 tendencias pero en distintos modelos: balones de escaso volumen y fácil aplicación frente a otros más sofisticados destinados a permanecer más tiempo y a ser regulados en función de tolerancia y eficacia.

Queda por destacar que, aunque muchos de los citados balones se hallan en el mercado a disposición de profesionales y pacientes, existen aún pocos datos que avalen su seguridad y eficacia.

Conclusión

La obesidad es una enfermedad crónica no curable, por lo que disponer de un abanico amplio de opciones terapéuticas para nuestros pacientes, aplicables a lo largo de la evolución de su enfermedad, que a su vez favorezcan una modificación saludable de sus hábitos, ayudará sin duda a mejorar el arduo camino al que se enfrentan a lo largo de su vida.

Referencias

1. Del Genio F, Alfonsi L, Marra M, Finelli C et al. "Metabolic and nutritional status changes after 10% weight loss in severely obese patients treated with laparoscopic surgery vs integrated medical treatment." *Obes Surg* 2007; 17: 1592-98.
2. Shapiro M, Benjamin S, Blackburn G et al. "Obesity and the gastric balloon: a Comprehensive Workshop." *Gastrointest Endosc* 1987; 33: 323-7.
3. Al-Momen A, El-Mogy I. Intra-gastric balloon for obesity: A retrospective evaluation of tolerance and efficacy. *Obes Surg* 2005; 15: 101-5.
4. Martinez-Brocca MA, Belda O, Parejo J, Jimenez L et al. "Intra-gastric balloon-induced satiety is not mediated by modification in fasting or postprandial plasma ghrelin levels in morbid Obesity." *Obes Surg* 2007; 17: 649-57.
5. Nikolic M, Boban M, Ljubicic N, Supanc V, Mirosevic G et al. "Morbidly obese are ghrelin and leptin hypo responders with lesser intra-gastric balloon treatment efficiency." *Obes Surg* 2011; 21: 1597-614.
6. Carvalho G, Barros C, Okazaki M, Novaes M et al. An improved intra-gastric balloon procedure using a new balloon: preliminary analysis of safety and efficiency. *Obes Surg* 2009; 19: 237-42.
7. Su HJ, Kao CH, Chen WC, Chang TT, Lin Cy. Effect of intra-gastric balloon on gastric emptying time in humans for weight control. *Clin Nucl Med* 2013; 11: 863-8.
8. Bonazzi P, Petreli MD, Lorenzini I, Peruzzi et al. Gastric emptying and intra-gastric balloon in obese patients. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2005; 1: 15-21.
9. Evans D, Scott MH. Intra-gastric balloon in the treatment of patients with morbid obesity. *Br J Surg* 2001; 88: 1245-8.
10. Mazure RA, Salgado G, Villareal P, Cobo B et al. Intra-gastric balloon and multidisciplinary team. *Nutr Hosp* 2009; 24: 282-7
11. Mathus-Vliegen EM. Intra-gastric balloon treatment for obesity: what does it really offer? *Dig Dis* 2008; 26: 40-4.
12. Rigaud D, Trostler N, Rozen R, Vallot T, Apfelbaum M. Gastric distension, hunger and energy intake after balloon implantation in severe obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1995; 19: 489-95.
13. Martin CK, Bellanger DE, Rau KK, Coulon S et al. Safety of the Ullorex oral intra-gastric balloon for the treatment of obesity. *J Diab Sci and Techn* 2007; 1:4.
14. Allison C. Intra-gastric balloons: a temporary treatment for obesity. Issues in emerging health technologies issue 79. Ottawa Canadian Coordinating Office for Health Technology Assessment: 2006.
15. Forestieri P, De Palma GD, Formato A et al. Heliosphere BAG in the treatment of severe obesity: preliminary experience. *Obes Surg* 2006; 16:635-7.
16. Mion F, Gincul R, Roman S, Beorchia S et al. Tolerance and efficacy of an air-filled balloon in nine-morbidly obese patients: results of a prospective multicenter study. *Obes Surg* 2007; 17: 764-9.
17. Trande P, Musetto A, Mirante VG et al. Efficacy, tolerance and safety of new gastric air-filled balloon (Heliosphere BAG) for Obesity: the experience of 17 cases. *Obes Surg* 2010; 20:1227-30.
18. Lecumberri E, Krekshi W, Matíña P, Hermida C et al. Effectiveness and safety of air-filled balloon Heliosphere BAG in 82 consecutive obese patients. *Obes Surg* 2011; 27: 1508.
19. Giuricin M, Nagliati C, Palmisana S, Simeth C et al. Short-and long-term efficacy of intra-gastric air-filled balloon (Heliosphere) among obese patients. *Obes Surg* 2012; 1686-9.
20. Hashiba K, Brasil HA, Wada AM. Experimental study an alternative endoscopic method for the treatment of obesity: The butterfly technique. *Gastrointest Endosc* 2001;53:AB112.
21. Hashiba K, Hasegawa RT, Wada S, et al. Plastic device (Butterfly) for endoscopic treatment of obesity: new design and operation. *Gastrointest Endosc* 2002; 57:AB 181.
22. Lopasso FP, Sakai P, Gazi BM, Artifon EL, Kfoury C, Souza JP et al. A pilot study to evaluate the safety, tolerance and efficacy of a novel stationary antral balloon (SAB) for obesity. *J Clin Gastroenterol* 2008; 42: 48-53.
23. Marck B, Machytka E, Klvana P, Kapka T et al. Effects of the intra-gastric balloon MedSil on weight loss, fat tissue, lipid metabolism and hormones involved in energy balance. *Obes Surg* 2014; February 1191-4.
24. Gaggiotti G, Tack J, Garrio AB, Palau M et al. Adjustable Totally Implantable Intra-gastric Prosthesis (ATIIP) – Endogast for treatment of morbid Obesity: one year follow-up of a multicenter prospective clinical survey. *Obes Surg* 2007; 17: 949-56.
25. Machytka E, Klvana P, Kornbluth, Peikin S et al. Adjustable intra-gastric balloons: a 12-month pilot trial in endoscopic weight loss management. *Obes Surg* 2011; 21: 1499-507.
26. Brooks J, Srivastava ED, Mathus-Vliegen EM. One-year adjustable intra-gastric balloons: results in 73 consecutive patients in the UK. *Obes Surg* 2014; Jan 19 (Epub ahead of print).
27. Espinet Coll E, Nichroda Duran J, Gómez Valero JA, Muñoz Navas M et al. Current endoscopic techniques in the treatment of Obesity. *Rev Esp Enf Dig* 2012; 104: 72-87.
28. Mazure RA, Breton I, Cancer E, Mellado C. et al. Balón intra-gástrico en el tratamiento de la obesidad. *Nutr Hosp* 2009; 2:138-45.
29. Brooks J. One-year adjustable intra-gastric balloons: do they offer more than two consecutive nonadjustable 6-month balloons? A response to Genco et al. *Obes Surg* 2013; 23: 2014-5.
30. Genco A, Dellepiane D, Baglio G et al. Adjustable intra-gastric balloon vs non-adjustable intra-gastric balloon: case-control study on complications, tolerance and efficacy. *Obes Surg* 2013; 23: 953-8.
31. Yap Kannan R, Nutt MR. Are intra-gastric adjustable balloon system safe? A case series. *Int J of Surg* 2013; 4:536-8.
32. Papavramidis T, Grosomanidis V, Papakostas P et al. Intra-gastric balloon fundal or antral position affects weight loss and tolerability. *Obes Surg* 2012; 22: 904-9.
33. The Look Ahead Research Group. Cardiovascular Effects of Intensive Lifestyle Intervention in Type 2 Diabetes. *N Engl J Med* 2013; 369:145-154.



Revisión

Documento de Consenso: importancia nutricional y metabólica de la leche

Elena Fernández Fernández¹, José Alfredo Martínez Hernández², Venancio Martínez Suárez³, José Manuel Moreno Villares⁴, Luis Rodolfo Collado Yurrita⁵, Marta Hernández Cabria⁶ y Francisco Javier Morán Rey⁷

¹Médico de Familia del Área VII (Asturias). Vicepresidente IIIº de la SEMERGEN Sociedad Española de Médicos de Atención Primaria de Asturias. ²Catedrático de Nutrición. Departamento de Ciencias de la Alimentación, Fisiología y Toxicología. Universidad de Navarra. Director del Centro de Investigación en Nutrición de la Universidad de Navarra. ³Pediatra del Centro de Salud El Llano de Gijón (Asturias). Presidente de la SEPEAP Sociedad de Pediatría Extrahospitalaria y de Atención Primaria. ⁴Unidad de Nutrición del Hospital 12 de Octubre (Madrid). ⁵Director de la Cátedra extraordinaria UCM/CLAS en Investigación y Formación en Nutrición y Educación para la Salud. Universidad Complutense de Madrid. ⁶Jefe de Calidad y Nutrición. CAPSA FOOD. ⁷Director del Instituto Universitario de Innovación Alimentaria. Universidad Católica San Antonio de Murcia. España.

Resumen

La leche de vaca es un alimento básico en la alimentación humana en todas las etapas de la vida. Su procesamiento industrial ha permitido el acceso generalizado a su consumo por parte de la población, lo que ha contribuido a mejorar notablemente su nivel de salud.

Desde el punto de vista de su composición, la leche es un alimento completo y equilibrado, que proporciona un elevado contenido de nutrientes en relación con su contenido calórico, por lo que su consumo debe considerarse necesario desde la infancia a la tercera edad.

Los beneficios de la leche de vaca no se limitan exclusivamente a su valor nutricional, sino que se extienden más allá y constituyen un factor de prevención en determinadas patologías afluentes como son la enfermedad cardiovascular, algunos tipos de cáncer, la hipertensión arterial o en patología ósea o dental. Puede contribuir también en la lucha frente al sobrepeso y la obesidad infantil.

En los últimos años hemos asistido a un descenso preocupante en el consumo de leche entre la población española, condicionado al menos en parte por ideas equivocadas sobre su consumo y el de otros derivados lácteos. Este documento de consenso pretende revisar el estado actual de la cuestión en relación con los efectos del consumo de leche sobre la salud, al tiempo que hace una llamada a las instituciones y a las sociedades científicas para elaborar programas y campañas divulgativas sobre los beneficios del consumo de leche y derivados lácteos.

(Nutr Hosp. 2015;31:92-101)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8253

Palabras clave: Leche. Consenso. Beneficios nutricionales. Enfermedades crónicas. Salud pública.

CONSENSUS DOCUMENT: NUTRITIONAL AND METABOLIC IMPORTANCE OF COW'S MILK

Abstract

Cow's milk is a staple food for human consumption at all stages of life. Industrial processing has allowed widespread access to its consumption by the population, which has helped to significantly improve their health.

From its composition point of view, milk is a complete and balanced food that provides high nutrient content in relation to its calorie content, so its consumption should be considered necessary from childhood to elderly.

The benefits of cow's milk are not limited to its nutritional value, but extend beyond and are a factor of prevention in certain non communicable pathologies as cardiovascular disease, some cancers, high blood pressure or bone or dental pathology. It can also help in the fight against childhood overweight and obesity.

In recent years we have seen a worrying decline in milk consumption among the Spanish population, at least in part influenced by misconceptions about its consumption and of other dairy products. This consensus document aims to review the current state of the topic regarding the effects of milk consumption on health, while making a call to the institutions and scientific societies to develop programs and information campaigns about the benefits of milk and dairy products consumption.

(Nutr Hosp. 2015;31:92-101)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8253

Key words: Cow's milk. Consensus. Nutritional benefits. Chronic diseases. Public health.

Correspondencia: Marta Hernández.
Jefe de Calidad y Nutrición. CAPSA FOOD.
Sierra de Granda s/n. 33199 Siero (Asturias).
E-mail: marta.hernandez@capasa.es

Recibido: 18-X-2014.
Aceptado: 25-XI-2014.

Introducción

La leche de vaca es un alimento básico en la alimentación humana y ha formado parte de nuestra dieta durante, al menos, los últimos 10.000 años. Por su contenido en nutrientes y su excelente relación entre la calidad nutricional y el aporte energético, es un alimento clave en la alimentación en todas las edades de la vida. Sin embargo, se ha evidenciado en la última década un descenso importante en su consumo en las familias españolas, que no responde a razones científicas. Por este motivo, un grupo de profesionales de la medicina y de las ciencias de la salud, representativos de los sectores más activamente implicados en el consejo nutricional a la población, en colaboración con la industria láctea, han elaborado este documento de consenso en el que se revisa la importancia nutricional y metabólica de la leche.

Componentes nutricionales y funcionales de la leche, en especial atención a las proteínas y al calcio

Tratada industrialmente, la leche, ha supuesto un gran avance en nutrición humana y su consumo generalizado ha contribuido a mejorar notablemente el nivel de salud de la población. Tradicionalmente se ha considerado como un alimento completo y equilibrado, proporcionando un elevado contenido de nutrientes en relación al contenido calórico: aporta proteínas de alto valor biológico, hidratos de carbono (fundamentalmente en forma de lactosa), grasas, vitaminas liposolubles, vitaminas del complejo B y minerales, especialmente calcio y fósforo¹.

El valor nutricional de la leche es superior al de la suma de todos sus componentes, lo que se explica por su particular equilibrio o balance nutritivo². Desde ese concepto debe señalarse que el agua es cuantitativamente su principal nutriente, ya que su contribución a la composición de la leche de vaca es cercana al 90%. Por tanto, su carácter de bebida nutritiva debe de ser destacado.

En todo caso, es reconocido por las principales guías alimentarias como fundamental en la idea de dieta variada y saludable³, aconsejándose su consumo diario al mismo nivel en la pirámide de los alimentos que el aceite de oliva⁴.

La leche de vaca proporciona una gran cantidad de proteínas fácilmente digeribles y de alto valor biológico, ya que aportan los aminoácidos para cubrir los requerimientos humanos, incluidos los esenciales. En los últimos años, se han descrito fragmentos de proteínas de la leche de vaca formados a partir de la digestión parcial de todas estas proteínas y que, aparte de su valor nutricional, pueden ser absorbidos a través de la mucosa intestinal. Parecen tener una actividad específica a nivel gastrointestinal y sistémico como inmunomoduladores y mediante sus propiedades antimicrobianas, antihipertensivas y antitrombóticas^{5,6}.

La lactosa es el hidrato de carbono mayoritario de la leche, que participa además en la síntesis de glucolípidos cerebrósidos (esenciales en el desarrollo neurológico temprano) y de glicoproteínas¹. También actúa facilitando la absorción de calcio². Además de la lactosa, la leche contiene otros hidratos de carbono no absorbibles, los oligosacáridos, que promueven la existencia de una flora bifidógena en el intestino. Constituyen la “fibra soluble” de la leche. Además de actuar como sustrato metabólico para las bacterias intestinales, actúan como receptores de patógenos, induciendo y reforzando la respuesta inmune frente a estos⁷.

La grasa es el elemento más variable de la leche, y determinante principal de sus propiedades físicas y organolépticas. Frente a la información de varias investigaciones^{8,9} se dispone de estudios epidemiológicos que no permiten establecer una relación causal entre el mayor consumo de leche y derivados, con el desarrollo de enfermedad cardiovascular¹⁰⁻¹².

Alrededor del 1% de los componentes de la leche son minerales, presentes en forma tanto de sales orgánicas como inorgánicas¹³. Es, por tanto, una importante fuente de estos elementos para suplir las necesidades de crecimiento y desarrollo (valor nutricional), así como para mantener un adecuado equilibrio iónico del medio interno (homeostasis).

La leche de vaca entera tiene cantidades significativas de algunas vitaminas hidrosolubles y liposolubles. Un porcentaje elevado de los requerimientos de vitaminas B12, riboflavina (vitamina B2), vitamina A, niacina y piridoxina (vitamina B1) se cubren con el consumo de leche recomendado según la edad¹⁴.

Contribución de la leche a la dieta media de los españoles

El consumo de leche y derivados es cuantitativamente uno de los alimentos más importantes de la dieta de los españoles en los últimos años, siendo superado sólo por el de bebidas no alcohólicas. Sin embargo, se encuentra un descenso en la compra de leche en los últimos años y, en particular, en lo referido a leche líquida como se observa en la Tabla I (en kilos per cápita) tomada de los datos del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA)¹⁵.

Al comparar con los resultados obtenidos por Varela y col en 1991¹⁶ se comprueba que el consumo de leche aumentó entre los años 1964 y 2000 y que, posteriormente, su compra ha ido descendiendo. Este incremento en el consumo de lácteos desde los años 60 del pasado siglo se observa en casi todos los hogares europeos, a excepción de los de la zona norte¹⁷.

Respecto del tipo de leche comprada, cabe destacar la evolución negativa del tipo “entera” que ha pasado de representar un 40,29% del consumo de leche líquida en 2004 al 28,60% en 2013 mientras que se ha incrementado el consumo de leche “desnatada” (del 24,06 al 27,62%) y, en especial, de “semi-desnatada”

Tabla I
Evolución de la compra de leche en España en kilos per cápita

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Total leche líquida	90,35	87,26	82,46	79,84	79,96	78,41	76,78	74,51	73,88	75,78
Leche pasteurizada	1,50	1,47	1,49	1,40	3,05	2,93	2,34	2,11	1,97	1,88
Leche esterilizada	86,10	83,18	79,43	76,93	75,72	74,26	73,56	71,45	70,97	72,97
Leche envasada	87,62	84,67	80,94	78,33	78,78	77,20	75,88	73,55	72,96	74,84
Leche entera	35,30	32,75	29,07	26,66	27,18	26,05	24,16	22,35	21,22	21,41
Leche desnatada	21,08	21,30	20,57	20,83	21,18	20,25	19,49	19,95	20,72	20,67
Leche semidesnatada	31,24	30,61	31,26	30,84	30,43	30,91	32,23	31,24	31,03	32,77
Leche enriquecida	17,19	18,12	18,70	19,27	19,85	17,43	16,12	14,09	12,81	10,33

(del 35,65 al 43,78%). En relación con las leches “enriquecidas” la compra se redujo desde los 17,19 Kg per cápita en 2004 a los 10,33 en 2012 (-40%). A este respecto, cabe destacar el desplome en el consumo de leche enriquecida con calcio que ha pasado de 6,51 Kg per cápita en 2004 a 1,51 en 2013 (-76,80%).

Sin embargo, el consumo per cápita de leche en los hogares durante el periodo comprendido entre enero y diciembre de 2013 se ha incrementado un 2,5% con respecto al mismo periodo del año anterior, según los datos del MAGRAMA¹⁸. El crecimiento en el consumo de leche proviene sobre todo del incremento registrado en la variedad semidesnatada.

La importancia de la leche en una dieta saludable a lo largo de la vida

Leche en la infancia y adolescencia

El lactante y el niño pequeño reciben su alimentación láctea por medio de la lactancia materna, las leches infantiles, o de la leche de vaca por encima del año de edad.

Una ingesta de 2-3 raciones diarias de leche de vaca contiene la mayor parte de las necesidades de calcio en el niño mayor de 2 años, ya que su concentración es alta (unos 110 mg/100 ml). También es una fuente importante de vitaminas del grupo B, además de proveer aportes relativamente altos de vitamina A, grasas, hidratos de carbono y magnesio¹⁹. La leche abastece al organismo en desarrollo de proteínas de alto valor biológico, lo que garantiza durante este período un aporte de aminoácidos esenciales en cantidades suficientes²⁰.

En la adolescencia, el consumo excesivo de alimentos de la calle -que suelen ser hipercalóricos, ricos en sodio, grasas saturadas y pobres en fibra-, de refrescos azucarados y bebidas alcohólicas, se suman con frecuencia a un balance deficitario de calcio y a esa exigencia incrementada de proteínas de alto valor biológico. En ese mismo sentido, una dieta con bajo aporte proteico disminuye la absorción intestinal de calcio, lo que en mujeres jóvenes con dietas hipoproteicas mantenidas se ha asociado al desarrollo de hiperparatiroidismo secundario²¹.

Estas deben considerarse razones suficientes para que desde la propuesta de una dieta saludable, los pediatras aconsejan al niño de cualquier edad, el consumo diario suficiente de leche y de sus derivados, para alcanzar el aporte necesario de calcio y de otros nutrientes fundamentales, completando de manera adecuada su crecimiento y desarrollo²² (Tabla II).

Leche en embarazo y lactancia

Tanto la gestación como la lactancia son situaciones fisiológicas que demandan una cantidad adicional de energía y nutrientes, cuando se compara a la mujer sana en etapas no reproductivas. Las necesidades diarias variarán dependiendo del peso de la madre antes del embarazo, del nivel de actividad física y de que sea un embarazo único o múltiple. Se estima que la mujer embarazada o lactante precisa alrededor de 71 gramos de proteína diariamente y entre 1.000 y 1.300 mg de calcio. La leche es también buena fuente de riboflavina. Estas recomendaciones se traducen en consumir 3 raciones diarias de productos lácteos durante el embarazo y la lactancia²³.

Tabla II
Contribución de la leche al aporte
recomendado de nutrientes (%)

Nutrientes	De 18 meses a 4 años	De 4 a 18 años
Calcio	46,9	28,3
Cinc	25	13
Fósforo	32,7	16,4
Magnesio	22,2	10,3
Potasio	25,6	13
Proteínas	24	11
Riboflavina (B2)	37,7	24,8
Vitamina A	30,5	10,9
Vitamina B12	39,7	36,6
Vitamina B6	22,5	9,4
Yodo	39,6	33,7

La limitación -o la evitación- en el consumo de leche comprometen la calidad de la dieta de la madre y, puede dificultar que consiga niveles adecuados de vitamina D, calcio, proteínas o riboflavina. Cuando se comparan cohortes de mujeres que hacían restricción importante de lácteos durante el embarazo, se encuentra una disminución significativa en el peso del recién nacido al nacimiento y en 2012, se publicó una revisión sistemática de la literatura que confirmó que el peso al nacimiento, era significativamente mayor en el grupo de madres con consumo regular de leche, al comparar con el de menor consumo²⁴. El mayor consumo de leche se asocia también a una disminución del riesgo de que el recién nacido sea pequeño para su edad gestacional.

La lactancia requiere un aporte mayor de energía y nutrientes en la dieta. Las necesidades de proteínas, vitaminas A, C, E, B6, B12, folato, niacina, riboflavina, y tiamina, y de los minerales iodo, selenio y zinc están aumentadas. No ocurre así para las vitaminas D y K, ni para minerales como el calcio, el flúor, el magnesio o el fósforo. Por lo tanto, no existen recomendaciones específicas en relación con el consumo de lácteos durante la lactancia, manteniendo la recomendación de consumir 3 raciones diarias²⁵.

Leche en la tercera edad

La Proyección de Población de España a Largo Plazo elaborada por el INE²⁶ constituye una simulación estadística del tamaño y estructura poblacional que residiría en España en los próximos 40 años, en caso de mantenerse las tendencias y comportamientos demográficos actuales. La simulación realizada muestra el progresivo envejecimiento al que se enfrenta nuestra

estructura demográfica, que se observa de forma evidente en la evolución de la pirámide poblacional de España resultante. De hecho, los mayores crecimientos absolutos y relativos en los próximos 40 años se concentrarían en las edades avanzadas. Concretamente, el grupo de edad de mayores de 64 años se duplicaría en tamaño y pasaría a constituir el 31,9% de la población total de España.

El papel de la leche en la nutrición de los ancianos ha sido motivo de gran interés en los últimos años y, en especial, tras la publicación de un meta-análisis en 2011 que concluyó que el consumo de leche si bien no se asocia con la mortalidad total está inversamente asociado con el riesgo global de enfermedad cardiovascular²⁷, que es la mayor causa de mortalidad.

La leche constituye un importante apoyo nutricional en el anciano a tenor de lo demostrado en otros países²⁸. Particular importancia tiene el aporte de vitamina D (leche enriquecida) en el anciano al haberse descubierto numerosos end-points que demuestran la multiplicidad de sus efectos sobre sarcopenia, diabetes, depresión, cáncer, rendimiento físico, aspectos cognitivos y fracturas lo que unido a su habitual deficiencia ha llevado a incrementar las recomendaciones de ingesta en los últimos años²⁹.

Un meta-análisis de la suplementación con calcio en ancianos³⁰, con dosis menores de 400 UI de vitamina D al día, concluye que la suplementación con calcio ha demostrado ser capaz de aumentar la masa ósea, y produce una disminución no significativa del riesgo de fractura. Otros estudios han demostrado, en mayores de 65 años, que la suplementación de calcio y vitamina D produce un aumento de la masa ósea a nivel espinal, mientras la masa ósea a nivel de cuello femoral se mantuvo, produciéndose una reducción significativa de las fracturas no vertebrales³¹.

Para lograr una síntesis proteica muscular adecuada y prevenir la sarcopenia, es fundamental el aporte de aminoácidos derivados de la dieta y algunos autores, defienden abandonar la concepción de requerimientos proteicos diarios a favor de profundizar en la cantidad de proteínas de alto valor biológico, aportadas en cada comida y, en el patrón de ingesta a lo largo del día. De esta forma, sería inútil considerar unos aportes proteicos globales diarios si en alguna de las comidas no se llega a una ingesta mínima, lo que favorecería en ese momento el catabolismo proteico. El efecto estimulante de los aminoácidos esenciales se debe a la acción directa de la leucina y, quizás, otros aminoácidos en el inicio de la síntesis proteica. Hay varios estudios que demuestran el interés de las proteínas de la leche en la mejoría de la sarcopenia al aumentar el aporte diario de proteínas de alta calidad³²⁻³⁴.

Leche en el deporte

Una de las principales ventajas de la leche como bebida para deportistas se encuentra en su composición:

con un alto contenido en agua, contribuye a mantener los niveles de hidratación después del ejercicio para favorecer la termorregulación y el balance hídrico. Durante el ejercicio prolongado en condiciones de calor, el cuerpo humano puede perder en forma de sudor grandes cantidades de agua (1-2 litros/hora), que si no son repuestas pueden traducirse en importantes complicaciones clínicas que implican al sistema termorregulador, cardiovascular, metabólico y endocrino³⁵.

La lactosa, tras la hidrólisis intestinal se convertirá en glucosa y galactosa, que poseen una importante función energética, lo que convierte a la leche en un alimento adecuado tanto para la preparación del deportista como para la recuperación post ejercicio, causando menores molestias abdominales y menor sensación de hartazgo que otras comidas³⁶.

Las proteínas lácteas, de alto valor biológico y fácil digestión, aportan aminoácidos esenciales y son una contribución importante para aumentar la síntesis de proteínas musculares que tiene lugar durante el ejercicio físico, y cumplen a la perfección el perfil requerido para un mayor aprovechamiento³⁷. Los ácidos grasos esenciales presentes en la leche de vaca, pueden ser utilizados como fuente energética para el deportista, cuando ya no hay disponibles depósitos de glucógeno como combustible energético. Además, van a ser utilizadas como vehículo de transporte para vitaminas liposolubles³⁸.

Leche y prevención de patologías afluentes

Leche y riesgo cardiovascular

Las enfermedades cardiovasculares pese a los avances en su tratamiento, son una causa importante de morbimortalidad en nuestro país. Producen 125.000 muertes anuales, lo que supone un 36% de todas las causas de defunción y más de 5 millones de estancias hospitalarias al año en España, convirtiéndose en la primera causa de muerte y hospitalización, con la cardiopatía isquémica en cabeza³⁹.

La dieta DASH, nacida del estudio "Dietary Approaches to Stop Hypertensión", es hiposódica, rica en potasio, en frutas, verduras y lácteos bajos en materia grasa y pobre en carnes rojas. Esta intervención disminuía la presión arterial en 5,5 mm Hg y los niveles de colesterol LDL alrededor de un 7%, aunque reducía también el colesterol HDL. En un estudio publicado en 2010, se demostró que la adopción de la dieta DASH disminuye el riesgo cardiovascular a 10 años vista, en un 18% en el grupo con HTA estadio I comparado con el grupo control. La dieta mediterránea, tradicional de nuestro país, guarda muchas coincidencias con la dieta DASH, fundamentalmente en el alto consumo en frutas y verduras, en la sustitución de las carnes rojas por pescado⁴¹, y manteniendo los lácteos desnatados como una parte importante de la alimentación diaria.

En los últimos años han sido muchos los estudios publicados respecto a la dieta y a los lácteos desnatados como alimento importante de esta. Los estudios existentes son homogéneos en cuanto a sus resultados, y todos los metaanálisis disponibles sugieren que el consumo de lácteos tiene un pequeño efecto sobre la reducción global del riesgo de enfermedad coronaria y en ictus, tanto isquémico como hemorrágico, éste último probablemente relacionado con la reducción de la presión arterial. Además, las ingestas elevadas de proteínas lácteas, potasio, magnesio y calcio han sido relacionadas con una reducción del riesgo de ictus y cardiopatía isquémica⁴²⁻⁴⁴.

Leche y prevención del cáncer

La estimación prevista de mortalidad considerando todos los tipos de cáncer para España en el año 2013, es de 42.123 en mujeres y 67.249 en hombres⁴⁵.

Aunque algunos estudios han sugerido que un alto consumo de leche puede aumentar el riesgo de cáncer, los estudios recientes sobre este tema proveen evidencia que sugiere que la ingesta recomendada de leche y productos lácteos es seguro y, sobre todo, no parece aumentar el riesgo de cáncer⁴⁶. Sobre la base de una revisión sistemática de la literatura epidemiológica, el World Cancer Research Fund y el American Institute for Cancer Research concluyeron que existía una probable asociación entre la ingesta de leche y un menor riesgo de cáncer colo-rectal, una probable asociación entre las dietas altas en calcio y el aumento del riesgo de cáncer de próstata y una limitada evidencia de una asociación entre la ingesta de leche y un menor riesgo de cáncer de vejiga. Para otros tipos de cáncer, la evidencia era mixta o inexistente⁴⁷.

Leche y salud de huesos y dientes

Los hábitos dietéticos que comporten un consumo lácteo regular durante la infancia conducen a un buen contenido mineral del esqueleto en los años posteriores, incluso en las edades más avanzadas⁴⁸. Así, los niños entre 3 y 13 años que no presentan un consumo adecuado de leche muestran un balance negativo de calcio, con una menor densidad ósea y un mayor riesgo de fracturas en edades posteriores que sus controles⁴⁹. Por otra parte, una ingesta alta de leche durante la adolescencia se ha asociado a un mayor contenido mineral óseo en la columna lumbar y en el radio durante la etapa del desarrollo en que se logra el pico de masa ósea⁵⁰. Se dispone de pruebas suficientes sobre la importancia de mantener un balance cálcico positivo durante la adolescencia, y también de que para alcanzar la máxima masa ósea que prevenga la enfermedad osteoporótica este, debe mantenerse hasta al menos 4 años después de finalizado el crecimiento longitudinal de los huesos⁵¹⁻⁵³.

El calcio y las proteínas presentes en la leche son, junto al flúor y otros elementos de la dieta, decisivos para alcanzar un buen desarrollo de las piezas dentarias y mantenerlas sanas⁵⁴. Pero otros componentes de la leche participan en el logro de la salud dental. Hay una gran cantidad de estudios que confirman que el consumo de leche ofrece un beneficio anticariogénico cuando se acompaña de una higiene oral correcta⁵⁵.

Leche y peso saludable

La población española vive una situación alarmante respecto al sobrepeso y la obesidad y la prevalencia ha ido en aumento durante los últimos años, no solo en la población adulta sino también entre la pediátrica, lo que ha convertido a la obesidad en un problema de salud pública de gran magnitud^{56,57}.

Numerosos estudios experimentales y epidemiológicos han demostrado que la ingesta diaria de calcio proveniente de los productos lácteos bajos en grasa es eficaz en la pérdida de peso, y que el metabolismo del calcio y, a lo mejor, de otros componentes de los productos lácteos, puede contribuir al balance de energía y por ello jugar un papel en el control del peso, mientras que algunos otros estudios no han podido establecer una relación significativa^{58,59}. Un incremento del calcio de la dieta, ingiriendo unos 1.000mg/día supone una disminución de concentración de 1,25(OH)₂D con la consecuente disminución del calcio del adipocito, lo que reduciría la lipogénesis y aumentaría la lipólisis⁶⁰⁻⁶². Estudios como el NHANES III, demostraron que las personas cuya ingesta de calcio estaba en los cuartiles superiores tienen un 85% menos de riesgo de desarrollar obesidad en comparación con el cuartil de menor consumo⁶³. También se relaciona una mayor ingesta de calcio a una mayor pérdida de peso corporal, de tejido adiposo y de disminución de grasa en la región abdominal. El calcio dietético, además, se une a los ácidos grasos del tracto gastrointestinal formando jabones de calcio evitando su absorción⁶⁴.

Leche, intolerancia a lactosa y alergia a proteínas

Dentro de la intolerancia a la leche se enmarcan distintas posibilidades, de las que la intolerancia a la lactosa y la alergia a las proteínas de la leche de vaca son las más frecuentes.

La prevalencia de cierta intolerancia a la lactosa en nuestro medio se ha estimado en un 13% en niños de 10 años y de cerca de un 40% en adultos. Los datos publicados son discordantes en función de la técnica utilizada para el diagnóstico⁶⁵, en especial en función de la cantidad de lactosa utilizada en la sobrecarga. Existe una gran variación interindividual en la tolerancia a la lactosa, lo que lleva a que sea el propio individuo quien autorregula la cantidad de lácteos que puede consumir. El tratamiento de la intolerancia a la lactosa se centra

en eliminar los síntomas al tiempo que se ayuda al paciente a adaptarse a una ingesta gradualmente mayor de lactosa⁶⁶. Los puntos clave son: reducir la cantidad de lactosa de la dieta (algunos lácteos fermentados contienen cantidades muy bajas o, incluso, ausentes y aumentan la capacidad enzimática), asegurar una ingesta suficiente de calcio y vitamina D. La disponibilidad de productos lácteos predigeridos (es decir, en los que se ha añadido lactasa previamente) ha facilitado mucho la dieta de estas personas⁶⁷.

La alergia a la proteína de leche de vaca es un cuadro que ocurre en lactantes y niños pequeños, con una frecuencia estimada mucho menor que el cuadro anterior, de alrededor del 2% de los lactantes. Los síntomas pueden empezar en las primeras semanas de vida y pueden manifestarse como síntomas cutáneos, respiratorios o gastrointestinales, o incluso manifestarse en más de un órgano o sistema. La mayoría (entre un 60 y un 75%) de los lactantes afectados son tolerantes a los dos años y la cifra de tolerantes aumenta más lentamente a partir de esa edad⁶⁸. El tratamiento se basa en eliminar la leche de vaca y los derivados lácteos de la dieta y su sustitución por preparados específicos como fórmulas hidrolizadas, fórmulas de soja y preparados elementales. La reintroducción debe ser realizada de forma escalonada y bajo supervisión médica⁶⁹.

Necesidades de Investigación Futura

La leche y otros productos lácteos son fuente importante de macro y micronutrientes a lo largo de toda la vida, pero especialmente en la infancia y adolescencia y juegan un papel importante en cumplir con las recomendaciones de ingesta actuales⁷⁰.

Composición corporal y balance energético

El papel beneficioso de la leche y los derivados lácteos en el control del peso se ha relacionado con su contenido en calcio, tipo de proteína y presencia sustancial de determinados amino ácidos o ácidos grasos⁷¹.

Los mecanismos propuestos para explicar la participación del calcio aportado por la leche en el balance energético incluyen la formación de ésteres con los ácidos grasos con lo que se reduce la biodisponibilidad y absorción de lípidos así como acciones indirectas sobre la trigliceridemia postprandial⁷² junto con efectos sobre la lipólisis y la oxidación de grasa en los adipocitos mediados por la vitamina D y la parathormona⁷³. La influencia sobre la ingesta a través de hormonas del apetito no ha sido confirmada con certeza⁷². Por otra parte, la baja ingesta de calcio en la dieta se ha relacionado con una estimulación de la lipogénesis y una reducción de la lipólisis asociadas a cambios en flujo intracelular de calcio, mientras que dietas con mayor contenido en calcio promueven la termogénesis y reducen la adiposidad en modelos humanos y animales⁷⁴.

Es posible que el calcio contenido en la leche contribuya al aumento del gasto energético, la termogénesis y la pérdida de grasa por las heces⁷⁵. El papel de los péptidos inhibidores del enzima de la conversión de angiotensina o del aminoácido leucina sobre el metabolismo energético, precisa estudiarse en mayor profundidad. Otro tanto ocurre con el contenido en ácido linoleico conjugado (CLA) y la pérdida de masa grasa, efecto bien demostrado en animales de experimentación⁷⁶.

A pesar de la recomendación de la Academia Americana de Pediatría sobre el consumo de productos desnatados por encima de los 2 años de edad⁷⁷, no ha podido demostrarse que haya significado una disminución en el riesgo de sobrepeso y obesidad⁷⁸.

Mineralización ósea

La mayoría de estudios observacionales realizados en niños y adolescentes encuentran algún dato positivo (aumento total del contenido mineral óseo -BMC- o aumentos regionales o ganancias de BMC a lo largo del tiempo) en aquellos sujetos con mayor consumo de leche y otros lácteos, tanto a corto como a largo plazo. Existen menos datos en población adulta, aunque los estudios poblacionales han encontrado un contenido mineral óseo mayor, en poblaciones con consumo mayor de leche o derivados lácteos, aunque los resultados sobre la disminución del riesgo de fractura son menos concluyentes^{79,80}.

Este efecto positivo de la leche y los lácteos sobre la salud ósea puede atribuirse a su contenido en minerales que forman parte de la matriz inorgánica del hueso, su contenido en vitamina D (enriquecidas) y el contenido en potasio que regula de forma indirecta el recambio óseo. El papel de algunos péptidos proteicos de la leche o de la glicoproteína lactoferrina sobre la inhibición de la resorción ósea es un área de investigación⁸¹.

Salud dental

Varios estudios observacionales en población infantil encuentran una asociación inversa entre ingesta de leche u otros lácteos y caries dental, pérdida de piezas dentales o puntuaciones de salud dental, tanto en dentición decidua como permanente. El efecto positivo de los lácteos sobre la salud dental se debe a su contenido en calcio, fósforo, caseína y lípidos, componentes con acción anticariogénica reconocida⁸². Los fosfopéptidos de la caseína inhiben la desmineralización del esmalte y promueven la remineralización. En poblaciones adultas, la ingesta de lácteos se asocia a una disminución en la formación de la placa dental⁸³, quizá por su efecto tamponador sobre la misma.

Presión arterial

Diversos estudios señalan la asociación inversa entre el consumo de lácteos y el riesgo de hipertensión en la adolescencia y en la edad adulta⁸⁴. Es necesario demostrar si el consumo de una cantidad mayor de las tres raciones recomendadas se asocia a mejores resultados, así como el hecho de comprobar si influye que sean o no desnatados o si se trata de distintos tipos de productos lácteos⁸⁵.

Papel de los péptidos bioactivos

La digestión de las proteínas de la leche en la luz intestinal causa la liberación de péptidos con nuevas propiedades biológicas, distintas de la proteína completa.

Los péptidos liberados en la digestión de las proteínas de la leche de vaca actúan en cuatro sistemas: cardiovascular, nervioso, digestivo y sistema inmune cuyas funciones podrían agruparse en los siguientes dominios: antihipertensivos, antitrombóticos, opiode, antioxidante, ligador de minerales, antimicrobiano, citomodulador, inmunomodulador y misceláneo⁸⁶. Alguno de estos hallazgos podría servir para el diseño de productos lácteos enfocados al tratamiento de situaciones específicas.

En resumen, la Tabla III recoge las principales acciones, hechos y áreas de investigación futuras sobre la leche.

Resumen y conclusiones de Consenso

Desde el punto de vista de su composición nutricional, la leche es un alimento completo y equilibrado, proporcionando un elevado contenido de nutrientes en relación al contenido calórico, por lo que su consumo a lo largo de la vida del ser humano, debe considerarse necesario e imprescindible desde la infancia hasta la tercera edad.

Las propiedades y beneficios de la leche de vaca no se limitan exclusivamente a su papel y valor nutricional si no que se extiende más allá y juegan un papel básico dentro del mundo de la salud y la medicina, constituyendo un factor de prevención de primer orden en las denominadas patologías afluentes como son enfermedades cardiovasculares, oncológicas, metabólicas, odontológicas y óseas.

Las principales conclusiones que podemos extraer de las ideas expuestas en este Documento de Consenso sobre la "Importancia nutricional y metabólica de la leche" son:

1. La leche es un alimento básico completo y equilibrado, proporcionando un elevado contenido de nutrientes (Proteínas, Hidratos de Carbono, Vitaminas, Minerales y Lípidos) en relación al contenido calórico.

Tabla III
Principales acciones, hechos y áreas de investigación futuras sobre la leche

<i>Acciones</i>	<i>Hechos</i>	<i>Áreas de investigación</i>
Balance energético y composición corporal	Ausencia de efecto o asociación inversa entre consumo e IMC, grasa corporal o balance energético	Mecanismo fisiopatológico que explique el efecto Papel de los lácteos desnatados en el balance energético
Mineralización ósea	Asociación entre consumo y mejor Contenido Mineral Óseo (BMC)	Influencia en el riesgo de fractura
Salud dental	Asociación inversa con la caries	Efecto sobre la placa dental
Tensión arterial	Asociación inversa con el riesgo de hipertensión arterial	Influencia de la cantidad consumida sobre el efecto Efecto de los distintos tipos de lácteos
Papel de los péptidos bioactivos presentes en la leche	Presencia de fracciones peptídicos del suero lácteo en la leche y potenciales efectos beneficiosos	Empleo en situaciones clínicas especiales
Sobrepeso y obesidad	Asociación inversa o ausencia de efecto	Aplicación en la prevención de la obesidad Aplicaciones en el tratamiento. Cuantificación del efecto.

2. Su valor como bebida nutritiva es incomparable al resto de las bebidas existentes en el mercado.

3. Su consumo regular, a lo largo de las diferentes etapas de la vida, es necesario para mantener un nivel de salud y calidad de vida adecuado.

4. Además de su valor nutricional, la leche se ha demostrado como un factor de primer orden en la prevención de patologías afluentes como la enfermedad cardiovascular, el cáncer, la osteoporosis, etc.

5. Actualmente el consumo regular de leche en los niños y adolescentes, representa una de las mejores medidas de lucha para la prevención de la obesidad y el sobrepeso infantil y juvenil.

6. La intolerancia a la lactosa y la alergia a las proteínas de la leche no pueden entenderse como argumentos para despreciar su consumo ya que ambas entidades, además de presentar baja incidencia pueden ser perfectamente controlables y tratables.

7. Un hecho preocupante que debe poner en alerta a las instituciones implicadas en el cuidado y mantenimiento de la salud de los ciudadanos (Ministerio de Sanidad, Consejerías de Salud, etc) es el progresivo descenso en el consumo

de leche que se está observando en la Sociedad Española.

8. Dado los beneficios que el consumo regular de leche produce, sería recomendable que todas las instituciones y profesionales implicados en la promoción y prevención de la salud, fomentasen, de forma coordinada y sistemática, el consumo de leche de vaca, en sus diferentes presentaciones, en la población.

Referencias

1. Foods Standards Agency. McCance and Widdowson's The Composition of Foods Sixth Summary Edition. Cambridge: Royal Society of Chemistry; 2002.
2. Agostoni C, Turck D. Is cow's milk harmful to a child's health?. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2011; 53(6):594-600.
3. Drewnowski A et al. The Nutrient Rich Foods Index helps to identify healthy affordable foods. *Am J Clin Nutr* 2010; 91(4):1095S-101S.
4. Alimentación Saludable. Programa PERSEO. Pirámide de los alimentos. MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición Subdirección General de Coordinación Científica; 2007.
5. Birgisdottir BE, Hill JP, Harris DP, Thorsdottir I. Variation in consumption of cow milk proteins and lower incidence of Type 1 diabetes in Iceland vs the other 4 Nordic countries. *Diabetes Nutr Metab* 2002; 15:240-245.
6. Raikos V, Dassios T. Health-promoting properties of bioactive peptides derived from milk proteins in infant food: a review. *Dairy Sci Technol* 2014; 94:91-101.
7. Zivkovic AM, Barile D. Bovine milk as a source of functional oligosaccharides for improving human health. *Adv Nutr* 2011; 2:284-289.
8. Chi D, Nakano M, Yamamoto K. Milk and milk products consumption in relationship to serum lipid levels: a communityba-

- sed study of middle-aged and older population in Japan. *Cent Eur J Public Health* 2004; 12:84-87.
9. Mensink RP, Katan MB. Effect of dietary fatty acids on serum lipids and lipoproteins: a metaanalysis of 27 trials. *Arterioscler Thromb* 1992; 12:911-919.
 10. Seidel C, Deufel T, Jahreis G. Effects of fat-modified dairy products on blood lipids in humans in comparison with other fats. *Ann Nutr Metab* 2005; 49:42-48.
 11. Eichholzer M, Stahelin H. Is there a hypocholesterolemic factor in milk and milk products? *Int J Vitam Nutr Res* 1993; 63:158-167.
 12. Warensjo E et al. Estimated intake of milk fat is negatively associated with cardiovascular risk factors and does not increase the risk of a first acute myocardial infarction. A prospective case-control study. *Br J Nutr* 2004; 91:635-642.
 13. Flynn A. Minerals and trace elements in milk. *Adv Food Nutr Res* 1992; 36:209-252.
 14. Michaelsen KF, Hoppe C, Lauritzen L, Molgaard C. Whole cow's milk: why, what and when?. *Nestle Nutr Workshop Ser Pediatr Program* 2007; 60:201-216.
 15. Base de Datos de Consumo en Hogares del MAGRAMA (actualizado y citado 25 octubre 2014): <http://www.magrama.gob.es/>.
 16. Varela G, Moreiras O, Carbajal A, Campo M Encuesta de presupuestos familiares 1990-1991. Madrid: Instituto Nacional de Estadística; 1991.
 17. Elmadfa I, Meyer A, Nowak V, Hasenegger V, Putz P, Verstraeten R et al. European Nutrition and Health Report 2009. *Ann Nutr Metab* 2009; 55 (2): 1-40.
 18. Panel de Consumo Alimentario del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (actualizado y citado 25 octubre 2014): <http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-y-comercializacion-y-distribucion-alimentaria/panel-de-consumo-alimentario/>.
 19. Koletzko B, de la Gueronniere V, Toschke AM, von Kries R. Nutrition in children and adolescents in Europe: what is the scientific basis? *Br J Nutr* 2004; 92 (2): S67-S73.
 20. Haug A, Høstmark AT, Harstad OM. Bovine milk in human nutrition-a review. *Lipids Health Dis* 2007; 25: 6-25.
 21. Kerstetter JE, O'Brien KO, Insogna KL. Dietary protein affects intestinal calcium absorption. *Am J Clin Nutr* 1998; 68:859-65.
 22. Martínez V, Moreno JM, Dalmau J y Comité de Nutrición de la AEP. Recomendaciones de ingesta de calcio y vitamina D: posicionamiento del Comité de Nutrición de la AEP. *An Pediatr (Barc)* 2012; 77(1):57 e1-e8.
 23. Heppel DHvan Dam RM, Willemsen SP, den Breeijen H, Raat H, Hofman A et al. Maternal milk consumption, fetal growth, and the risks of neonatal complications: the Generation R Study. *Am J Clin Nutr* 2011;94(2):501-509.
 24. Brantsaeter AL, Olafsdottir AS, Forsum E, Olsen SF, Thorsdottir I. Does milk and dairy consumption during pregnancy influence fetal growth and infant birthweight? A systematic literature review. *Food Nutr Res* 2012; 56: 20050.
 25. Hartmann PE. The lactating breast: an overview from down under. *Breastfeed Med* 2007;2(1):3-9.
 26. INE: Proyecciones de Población a Largo Plazo. INE, 2010. (actualizado y citado 25 octubre 2014): www.ine.es.
 27. Soedamah-Muthu SS, Ding EL, Al-Delaimy WK, Hu FB, Engberink MF, Willett WC, et al. Milk and dairy consumption and incidence of cardiovascular diseases and all-cause mortality: dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Am J Clin Nutr* 2011;93(1):158-171.
 28. van Staveren WA, Steijns JM, de Groot LC. Dairy products as essential contributors of (micro-) nutrients in reference food patterns: an outline for elderly people. *J Am Coll Nutr* 2008;27(6):747S-754S.
 29. Sohl E, de Jongh RT, Heijboer AC, Swart KM, Brouwer-Brolsma EM, Enneman AW et al. Vitamin D status is associated with physical performance: the results of three independent cohorts. *Osteoporos Int* 2013;24(1):187-196.
 30. Shea B, Wells G, Cranney A, Zytaruk N, Robinson V, Griffith L, et al. Meta-analysis of calcium supplementation for the prevention of postmenopausal osteoporosis. *Cochrane Database Syst Rev* 2004;(1):CD004526.
 31. Sánchez A, Puche R, Zeni S, Oliveri B, Galich AM, Maffei L, et al. Papel del calcio y de la vitamina D en la salud ósea (Parte II). *Reemo* 2003;12:14-29.
 32. Katsanos CS, Kobayashi H, Sheffield-Moore M, Aarsland A, Wolfe RR. A high proportion of leucine is required for optimal stimulation of the rate of muscle protein synthesis by essential amino acids in the elderly. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2006;291:E381-7.
 33. Paddon-Jones D, Rasmussen BB. Dietary protein recommendations and the prevention of sarcopenia. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2009;12:86-90.
 34. Dillon, EL, Sheffield-Moore, M, Paddon-Jones, D, Gilkison, C, Sanford, AP, Caspersen, SL et al. Amino acid supplementation increases lean body mass, basal muscle protein synthesis, and insulin-like growth factor-I expression in older women. *J Clin Endocrinol Metab* 2009; 94: 1630-1637.
 35. Summary and Outlook. *European Journal of Clinical Nutrition* 2003; 57(2): S96-S100.
 36. Villegas JA, Zamora, S. Necesidades nutricionales en deportistas. *Arch Med Dep* 1991; Vol VIII; 30: 169-179.
 37. Pérez-Guisado J. Rendimiento deportivo: Glucógeno muscular y consumo proteico. *Apunts Medicina de L'Esport* 2008; 159:142-152.
 38. Gonzalez-Gross M. La nutrición en la práctica deportiva: Adaptación de la pirámide nutricional a las características de la dieta de los deportistas. *ALAN* 2001; 51 (4): 321-331.
 39. Informe de la salud cardiovascular en España en el contexto Europeo. Sociedad española de Cardiología. (actualizado y citado 25 octubre 2014): <http://www.secardiologia.es/images/stories/file/salud-cardiovascular-espana-europa.pdf>.
 40. Chen ST, Maruthur NM, Appel LJ. The effect of dietary patterns on estimated coronary heart disease risk: results from the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) trial. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* 2010;3(5):484-489.
 41. Rees K, Hartley L, Flowers N, Clarke A, Hooper L, Thorogood M, et al. 'Mediterranean' dietary pattern for the primary prevention of cardiovascular disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2013; 12:8:CD009825.
 42. Soedamah-Muthu SS Ding EL, Al-Delaimy WK, Hu FB, Engberink MF, Willett WC, et al. Milk and dairy consumption and incidence of cardiovascular diseases and all-cause mortality: dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Am J Clin Nutr* 2011;93(1):158-71.
 43. Kondo I, Ojima T, Nakamura M, Hayasaka S, Hozawa A, Saitoh S, et al Consumption of dairy products and death from cardiovascular disease in the Japanese general population: the NIPPON DATA80. *J Epidemiol* 2013;23(1):47-54.
 44. Eilat-Adar S, Sinai T, Yosefy C, Henkin Y. Nutritional recommendations for cardiovascular disease prevention. *Nutrients* 2013; 17;5(9):3646-83.
 45. Sánchez MJ, Payer T, De Angelis R, Larrañaga N, Capocaccia R, Martínez C; CIBERESP Working Group. Cancer incidence and mortality in Spain: estimates and projections for the period 1981-2012. *Ann Oncol* 2010;21 (3):iii30-36.
 46. Chagas CE, Rogero MM, Martini LA. Evaluating the links between intake of milk/dairy products and cancer. *Nutr Rev* 2012;70(5):294-300.
 47. World Cancer Research Fund / American Institute for Cancer Research. Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: a Global Perspective. Washington DC: AICR, 2007.
 48. Weaver CM. Calcium requirements of physically active people. *Am J Clin Nutr* 2000;72:579S-84S.
 49. Goulding S, Rockell J, Grant AM, Jones IE, Williams S. Children who avoid drinking cow's milk are at increased risk for prepubertal bone fractures. *J Am Diet Ass* 2004; 104:250-253.
 50. Teegarden D, Lyle RM, Proulx WR. Previous milk consumption is associated with greater bone density in young women. *Am J Clin Nutr* 1999; 69:1014-7.
 51. Heaney RP, Abrams S, Dawson-Hughes B. Peak bone mass. *Osteoporos Int* 2000;11:985-1009.
 52. Alonso M, Redondo MP y Comité de Nutrición de la Asociación Española de Pediatría. Nutrición infantil y salud ósea. *An Pediatr (Barc)* 2010; 72:80e1-80e11.

53. Suárez L, Moreno JM, Matinez V y Comité de Nutrición de la AEP. Ingesta de calcio y densidad mineral ósea en la población pediátrica española (estudio CADO). *An Pediatr (Barcelona)* 2011;74(1):3-9.
54. Merritt J1, Qi F, Shi W. Milk helps build strong teeth and promotes oral health. *J Calif Dent Assoc* 2006;34(5):361-6.
55. Johansson I, Lif Holgerson P. Milk and oral health. *Nestle Nutr Workshop Ser Pediatr Program* 2011; 67:55-66.
56. Aranceta J, Serra Ll, Foz M, Moreno B y Grupo colaborativo de la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO). Prevalencia de obesidad en España. *Med Clin (Barc)* 2005;125(12):460-466.
57. Serra L et al. Obesidad infantil y juvenil en España. Resultados del Estudio enKid (1998-2000). *Med Clin (Barc)* 2003; 121(19):725-732.
58. Pereira MA, Jacobs DR Jr, Van Horn L, Slattery ML, Kartashev AI, Ludwig DS. Dairy consumption, obesity, and the insulin resistance syndrome in young adults: the CARDIA Study. *JAMA* 2002; 287:2081-9.
59. Krishnapuram RDhurandhar EJ, Dubuisson O, Kirk-Ballard H, Bajpeyi S, Butte N, et al. Template to Improve Glycemic Control without Reducing Adiposity or Dietary Fat. *American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism*. 2011; 300:E779-89.
60. Zemel M, Shi H, Greer B, Dirienzo D, Zemel PC. Regulation of adiposity by dietary calcium. *FASEB J* 2000;14:1132-1138.
61. Davies KM, Heaney RP, Recker RR, Lappe JM, Barger-Lux MJ, Rafferty K, et al. Calcium intake and body weight. *J Clin Endocrinol Metab* 2000;85: 4635-4638.
62. Tejada-López MF, Ramírez-Ley K, Bacardí-Gascón M, Jiménez-Cruz A. Efecto del calcio sobre la pérdida de peso. *Nutr Hosp* 2009; 24(3): 364-365.
63. Chen M, Pan A, Malik VS, Hu FB: Effects of dairy intake on body weight and fat: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr* 2012; 96(4):735-747.
64. Kratz M, Baars T, Guyenet S: The relationship between high-fat dairy consumption and obesity, cardiovascular, and metabolic disease. *Eur J Nutr* 2013, 52(1):1-24.
65. Suchy FJ, Brannon PM, Carpenter TO, Fernandez JR, Gilman V, Gould GB, et al. National Institutes of Health Consensus Conference: lactose intolerance and health. *Ann Intern Med* 2010; 152: 792-796.
66. Di Rienzo T, D'Angelo G, D'aversa F, Campanale MC, Cesario V, Montalto M, et al. Intolerance: from diagnosis to correct management. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2013;17 (2):18-25.
67. Li BWang Z, Li S, Donelan W, Wang X, Cui T, Tang D Preparation of lactose-free pasteurized milk with a recombinant thermostable β -glucosidase from *Pyrococcus furiosus*. *BMC Biotechnol* 2013; 21;13:73.
68. Høst , Halken S, Jacobsen HP, Christensen AE, Herskind AM, Plesner K. Clinical course of cow's milk protein allergy/intolerance and atopic diseases in childhood. *Pediatr Allergy Immunol* 2002; 13 (15):23-8.
69. Luyt D, Ball H, Makwana N, Green MR, Bravin K, Naser SM, et al. BSACI Guideline for the diagnosis and management of cow's milk allergy. *Clin Exp Allergy* 2014; 44(5):642-72.
70. Nicles TA, O'Neill CE, Fulgoni VI. The role of dairy in meeting the recommendations for shortfall nutrients in the American diet. *J Am Coll Nutr* 2009; 28 (1): S73-S81.
71. Raikos V, Dassios T. Health-promoting properties of bioactive peptides derived from milk proteins in infant food e review. *Dairy Sci Technol* 2014; 94: 91-101.
72. Teegarden D. The influence of dairy product consumption on body composition. *J Nutr* 2005;135(12):2749-52.
73. Teegarden D, Gunther CW. Can the controversial relationship between dietary calcium and body weight be mechanistically explained by alterations in appetite and food intake? *Nutr Rev* 2008;66(10):601-5.
74. Zemel MB, Zhao F. Role of whey protein in weight management and energy metabolism. *Wei Sheng Yan Jiu* 2009 Jan; 38(1):114-7.
75. Dror DK, Allen LH. Dairy product intake in children and adolescents in developed countries: trends, nutritional contribution, and a review of association with health outcomes. *Nutr Rev* 2013; doi:10.1111/nure.12078.
76. Van Loan M. The role of dairy foods and dietary calcium in weight management. *J Am Coll Nutr*. 2009; 28 (1): S120-S129.
77. Belury MA. Dietary conjugated linoleic acid in health: physiologic effects and mechanisms of action. *Annu Rev Nutr* 2002; 22: 505-31.
78. Gidding SS, Dennison BA, Birch LL, Daniels SR, Gillman MW, Lichtenstein AH, et al. Dietary recommendations for children and adolescents: a guide for practitioners. *Pediatrics* 2006; 117: 544-59.
79. Scharf RJ, Demmer RT, DeBoer MD. Longitudinal evaluation of milk type consumed and weight status in preschoolers. *Arch Dis Child* 2013; 98: 335-40.
80. Wlodarek D, Glabska D, Kolota A, Adamczyk P, Czekajlo A, Grzeszczak W, et al. Calcium intake and osteoporosis: the influence of calcium intake from dairy products on hip bone mineral density and fracture incidence—a population-based study in women over 55 years of age. *Public Health Nutr* 2014; 17: 383-9.
81. Wadalowska L, Sobas K, Szczepanska JW, Slowinska MA, Czlapka-Matysik M, Niedzwiedzka E. Dairy products, dietary calcium and bone health: possibility of prevention of osteoporosis in women: the Polish experience. *Nutrients* 2013; 16: 2684-707.
82. Sahni S, Tucker KL, Kiel DP, Quach L, Casey VA, Hannan MT. Milk and yogurt consumption are linked with higher bone mineral density but not with hip fracture: the Framingham Offspring Study. *Arch Osteoporos* 2013; 8 (1-2): 119.
83. Aimutis WR. Bioactive properties of milk proteins with particular focus on anticariogenesis. *J Nutr*. 2004; 134: S989-S995.
84. Adegboye AR, Christensen LB, Holm-Pedersen P, Avlund K, Boucher BJ, Heitmann BL. Intakes of calcium, vitamin D, and dairy serving and dental plaque in older Danish adults. *Nutr J* 2013; 16: 61.
85. Ralston RA, Lee JH, Truby H, Palermo CE, Walker KZ. A systematic review and meta-analysis of elevated blood pressure and consumption of dairy foods. *J Hum Hypertens* 2012; 26: 3-13.
86. Rice BH, Quann EE, Miller GD. Meeting and exceeding dairy recommendations: effects of dairy consumption on nutrient intakes and risk of chronic disease. *Nutr Rev* 2013; 71: 209-23.



Revisión

Efectividad de las intervenciones educativas realizadas en América Latina para la prevención del sobrepeso y obesidad infantil en niños escolares de 6 a 17 años: una revisión sistemática

Jenny Alejandra Mancipe Navarrete^{1*}, Shanen Samanta Garcia Villamil¹, Jorge Enrique Correa Bautista¹, José Francisco Meneses-Echávez^{1,2}, Emilio González-Jiménez³ y Jacqueline Schmidt-RioValle³

¹CEMA (Centro de Estudios para la Medición de la Actividad Física). Universidad del Rosario. Bogotá, D.C. Colombia.

²Grupo GICAEDS. Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación, Universidad Santo Tomás. Bogotá, D.C. Colombia.

³Departamento de Enfermería, Universidad de Granada, España.

Resumen

Introducción: El sobrepeso y la obesidad representan un serio problema de salud pública, de orden creciente en la población infantil.

Objetivo: Determinar la efectividad de las intervenciones educativas realizadas en América Latina para la prevención del sobrepeso y la obesidad en niños escolares de 6 a 17 años.

Metodología: Las bases de datos MEDLINE, LILACS y EMBASE fueron consultadas entre febrero y mayo de 2014 para identificar estudios controlados aleatorizados y estudios longitudinales que evaluaran los efectos de intervenciones educativas dirigidas a la prevención del sobrepeso y la obesidad en niños latinoamericanos. El riesgo de sesgo y la calidad metodológica se evaluó con la escala de PEDro y el instrumento CASPe.

Resultados: Veintiún estudios fueron incluidos (n=12,092). Se identificaron diferentes tipos de intervenciones, tales como estrategias nutricionales, promoción de la práctica de actividad física y cambios en el entorno. Las intervenciones mixtas, que combinaron cambios nutricionales con la promoción de actividad física, fueron las más efectivas, pues sus resultados evidenciaron cambios positivos en las variables asociadas al sobrepeso y obesidad infantil. No se observaron evidencias de sesgo de publicación.

Conclusión: Las intervenciones realizadas en el ámbito escolar que combinan la nutrición adecuada y la promoción de la práctica de actividad física son efectivas en la prevención del sobrepeso y la obesidad infantil en escolares latinoamericanos, aunque se deben incorporar intervenciones en el ambiente familiar para permitir un abordaje integral, asociado con mayores respuestas sobre el cambio comportamental de los escolares.

(Nutr Hosp. 2015;31:102-114)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8146

Palabras clave: *Sobrepeso. Obesidad. Prevención. Niños. Adolescentes.*

Correspondencia: Jorge Enrique Correa-Bautista. Centro de Estudios en Medición de la Actividad Física (CEMA), Universidad del Rosario. Carrera 24 N°63D-69. Bogotá, D.C., Colombia. E-mail: jorge.correa@urosario.edu.co

Recibido: 27-IX-2014.

Aceptado: 3-XI-2014.

EFFECTIVENESS OF EDUCATIONAL INTERVENTIONS CONDUCTED IN LATIN AMERICA FOR THE PREVENTION OF OVERWEIGHT AND OBESITY IN SCHOLAR CHILDREN FROM 6-17 YEARS OLD; A SYSTEMATIC REVIEW

Abstract

Introduction: Overweight and obesity are serious public health problem, which is specially among children populations.

Objective: To determine the effectiveness of educational interventions conducted in Latino America for the prevention of overweight and obesity in scholar children from 6 to 17 years old.

Methodology: MEDLINE, LILACS and EMBASE were searched between february and may 2014 to retrieve randomized controlled trials and longitudinal studies that evaluated the effects of educational interventions intended to retrieve randomized controlled trials and longitudinal studies aiming to prevent overweight and obesity among Latinoamerican children. Risk of bias was evaluated using the PEDro scale and the CASPe tool.

Results: Twenty one studies were included (n=12,092). Different types of educational interventions were identified, such as nutritional campaigns, physical activity practice and environmental changes. Mixed approaches combining nutritional campaigns, physical activity promotion and environmental changes were the most effective interventions, since their results produced the largest improvements in the overweight and obesity of children. None evidence of reporting bias was observed.

Conclusion: Educational interventions performed in the educational environment that combined an adequate nutrition and the promotion of physical activity practice, are more effective for preventing overweight and obesity in Latino American children, although familiar interventions are also encouraged approach, associated with better responses on the behavioral change in scholar children.

(Nutr Hosp. 2015;31:102-114)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8146

Key words: *Overweight. Obesity. Prevention. Children. Adolescents.*

Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el 2010 se presentaron 57 millones de defunciones en todo el mundo, de las cuales 36 millones fueron ocasionadas por enfermedades no transmisibles (ENT) y de éstas, casi el 80% se dieron en países de ingresos bajos y medios como Colombia¹. El sobrepeso y la obesidad representan el sexto factor principal de riesgo de defunción en el mundo, con una mortalidad atribuida de 3,4 millones de defunciones anuales, y se asocian con el 44% de la carga de la diabetes mellitus tipo 2, el 23% de las cardiopatías isquémicas y entre el 7% y el 41% de algunos tipos de cáncer².

En 2012, la prevalencia de niños menores de cinco años con sobrepeso aumentó a 30 millones en países en desarrollo, mientras que en los países desarrollados esa cifra fue de 10 millones². Por otra parte, se ha identificado a nivel mundial que cerca del 10% de los niños en edad escolar presentan sobrepeso³. Según una reciente revisión publicada por Rivera et al.⁴, en América Latina se identificó que entre 22,2 a 25,9 millones de los niños en edad escolar tiene exceso de peso; de estos el 34,5% pertenecen a México, el 33,5% a Brasil y el 18,9% a Colombia.

Según datos de la más reciente Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia (ENSIN), uno de cada dos colombianos entre 18 y 64 años presenta exceso de peso, de los cuales el 34,6% se encuentran en sobrepeso y el 16,5% en obesidad; también se indicó que uno de cada seis niños y adolescentes presenta sobrepeso u obesidad; esta situación es el reflejo de la globalización, y sus subyacentes estilos de vida industrializados, que de manera dinámica permean a los grupos de edad entre 5 y 17 años con comportamientos sedentarios y patrones alimenticios inadecuados⁵. Por otra parte, el primer reporte de calificaciones en actividad física en niños colombianos demuestra que el 17,5 % de los niños y adolescentes colombianos entre los 5 y los 17 años de edad tiene sobrepeso u obesidad; evidenciando un aumento con respecto al año 2005, en donde la prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños era de 13,9%⁶.

En este contexto, es importante considerar las condiciones multifactoriales que influyen en la aparición de la obesidad infantil, como sus determinantes socio-culturales, impresiones históricas, factores genéticos así como ambientales⁷, los cuales condicionan la ingesta de alimentos hipercalóricos ricos en grasa, sal y azúcar, pobres en vitaminas, minerales y otros micronutrientes; causando así un desequilibrio energético, en donde los niños ingieren más calorías que las que gastan durante el crecimiento y las actividades que desarrollan en la vida diaria^{7,8,9}. Lo anterior resulta en un ambiente obesogénico que la sociedad ha construido como un estereotipo de civilización, inmerso en los modelos de transición epidemiológica poblacional que actualmente afrontan los países latinoamericanos⁸.

Se ha demostrado que los niños con problemas de obesidad duplican su riesgo de continuar siendo

obesos durante la adultez, comparados con quienes mantienen un peso normal durante su infancia⁹. Numerosas evidencias han resaltado la importancia de las acciones de promoción de la salud y de prevención primaria en los niños y adolescentes dirigidas al control de la aparición de las ENT durante la vida adulta; ya que estas estrategias no muestran cambios totalmente reversibles sobre el estado de salud de los adultos, se sugiere brindar mayor énfasis en la prevención de estas enfermedades en edades tempranas^{10,11}.

El ambiente escolar es un lugar idóneo para la realización de acciones de promoción de hábitos de vida saludables y prevención de obesidad, debido a que los niños permanecen allí, por lo menos la mitad del día y gran parte de ellos realizan hasta dos comidas en el mismo lugar^{3,8,10,11}. Con algunas excepciones, muchas intervenciones de las que se describen en la literatura reciente, se han realizado en los Estados Unidos y países de Europa, lo cual evidencia una carencia en el número de estudios realizados en países latinoamericanos. El objetivo de este estudio es determinar la efectividad de las intervenciones educativas realizadas en América Latina para la prevención del sobrepeso y la obesidad en niños escolares de 6 a 17 años.

Métodos

Protocolo

Esta revisión sistemática sigue los lineamientos de la declaración PRISMA¹² y las recomendaciones de la Colaboración Cochrane¹³ para la elaboración de revisiones sistemáticas.

Estrategia de búsqueda

Dos revisores cegados (JAMN-SSGV) aplicaron la estrategia de búsqueda de forma independiente. Se consultaron las bases de datos electrónicas de MEDLINE, LILACS y EMBASE durante los meses de febrero a mayo de 2014 combinando los términos de búsqueda (MeSH): “child*”, “adolescent” “school”, “obesity”, “overweight” “prevention”, “intervention”, “physical activity”, “diet”, “nutrition”. Mientras que los términos DeCS combinados fueron: “niño”, “adolesc*”, “escuela”, “obesidad”, “sobrepeso”, “prevención primaria”, “actividad física”, “dieta” y “nutrición”. Con miras a lograr mayor sensibilidad y especificidad en los procesos de búsqueda, se consultaron los buscadores REDALYC y SCIELO para localizar recursos adicionales de literatura gris. Se consideraron para inclusión estudios publicados desde el año 2000 a marzo de 2014. La estrategia de búsqueda se ajustó para cada base de datos según fuera necesario.

Sumado a lo anterior, los autores realizaron búsquedas manuales (*hand-searching*) en algunas revistas científicas de la región: Revista Panamericana de Salud Pública, Revista de Salud Pública (Colombia), Revista Brasileira de

Epidemiología, Salud Pública de México publicada por el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), Revista Cubana de Higiene y Epidemiología, Revista Chilena de Salud Pública y la Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública (Perú). Considerando el objeto del estudio y su delimitación geográfica, la búsqueda de los estudios se limitó a publicaciones en español, inglés y portugués. El anexo 1 describe la construcción final de las estrategias de búsqueda para cada base de datos.

Declaración Ética

Esta revisión sistemática incluyó estudios experimentales que siguieran las disposiciones indicadas en la Declaración de Helsinki y, posteriormente, fueron aprobados por el Comité de Ética y que reportaran la

LILACS (inglés): (tw:(ab:(obesity)) OR (ab:(overweight)) AND (ab:(prevention)) OR (ab:(intervention)) AND (ab:(physical activity)) OR (ab:(nutrition))) AND (instance:"regional") AND (limit:(“child” OR “adolescent”))

LILACS (español): tw:(ab:(obesidad)) OR (ab:(sobrepeso)) AND (ab:(intervencion)) OR (ab:(prevencion)) AND (ab:(actividad fisica)) OR (ab:(nutricion))) AND (instance:"regional") AND (limit:(“child” OR “adolescent”))

Pubmed/MEDLINE: (((obesity[Title/Abstract] OR overweight[Title/Abstract]) AND prevention[Title/Abstract] OR intervention[Title/Abstract]) AND physical activity[Title/Abstract] OR nutrition[Title/Abstract] AND (“2000/01/01”[PDAT] : “2014/12/31”[PDAT]) AND “humans”[MeSH Terms] AND (“adolescent”[MeSH Terms] OR “child”[MeSH Terms:noexp]))

EMBASE: (obesity AND overweight AND intervention AND prevention AND physical AND activity AND nutrition) AND (‘clinical trial’/de OR ‘controlled clinical trial’/de OR ‘controlled study’/de OR ‘human’/de OR ‘meta analysis’/de OR ‘randomized controlled trial (topic)’/de OR ‘systematic review’/de) AND ([child]/lim OR [preschool]/lim OR [school]/lim) AND (2005:py OR 2006:py OR 2007:py OR 2008:py OR 2009:py OR 2010:py OR 2011:py OR 2012:py OR 2013:py OR 2014:py)

REDALYC (español): Obesidad OR sobrepeso AND prevencion OR intervencion AND niños OR adolescentes AND actividad fisica OR nutrición

REDALYC (inglés): obesity OR overweight AND prevention OR intervention AND child OR adolescent AND physical activity AND nutrition

SCIELO: (ab:(obesity)) OR (ab:(overweight)) AND (ab:(prevention)) OR (ab:(intervention)) AND (ab:(child)) OR (ab:(adolescent)) AND (ab:(physical activity)) OR (ab:(nutrition))

Anexo 1. Construcción final de las estrategias de búsqueda.

firma del consentimiento informado por los pacientes. Un autor (JFME) realizó esta verificación.

Criterios de selección: Los criterios de selección fueron definidos con base en el acrónimo PICO¹³.

La población fue definida como: infantes (6 a 11 años) y adolescentes (12 a 17 años) según los criterios del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar¹⁴.

Fueron incluidos aquellos estudios que evaluaran los efectos de intervenciones nutricionales y/o de actividad física, teniendo en cuenta los parámetros establecidos por el Centro para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC), en donde se proponen veinticuatro estrategias, distribuidas en seis categorías diferentes para la prevención de la obesidad, de las cuales en este estudio se usaron tres (promoción de disponibilidad de alimentos sanos, estrategias para apoyar la elección de alimentos y fomentar la actividad física y/o limitar el sedentarismo)¹⁴. Estas tres categorías fueron usadas para clasificar los artículos en intervenciones nutricionales, actividad física o mixtas¹⁵.

El diseño epidemiológico se limitó a ensayos clínicos controlados y estudios observacionales prospectivos que comunicaran estimaciones de efecto pre y post intervención en medidas de resultado, tales como el peso corporal, el índice de masa corporal (IMC), el perímetro de cintura, nivel de practica de actividad física y hábitos alimenticios. Se excluyeron los estudios publicados en países no latinoamericanos y estudios transversales, de casos y controles, al igual que investigaciones de diseño secundario (p.e., revisiones sistemáticas y metaanálisis).

Después de la identificación de los estudios potencialmente relevantes, dos revisores cegados (JFME-JE-CB) llevaron a cabo la evaluación del texto completo de los estudios para determinar su elegibilidad. Un tercer autor sirvió de árbitro y medió en caso de desacuerdo (EGJ). El cuadro 1 describe los criterios de inclusión contemplados a través del acrónimo PICO.

Proceso de extracción de datos

La extracción de datos fue realizada por dos autores (JAMN y JSR-V) de forma independiente y mediante cegamiento. Los datos fueron extraídos en una hoja electrónica diseñada para el estudio. Las características extraídas fueron: información de los autores (ID), año de publicación, país de publicación, diseño epidemiológico, tipo de intervención, asignación de los grupos de estudio, secuencia de aleatorización, el horizonte temporal de la intervención, sus resultados encontrados y conclusiones.

Evaluación de la calidad metodológica

La evaluación de la calidad metodológica y del riesgo de sesgo de los ensayos clínicos se realizó mediante la escala PEDro¹⁶, la cual evalúa la validez interna (criterios 2-9) y la información estadística proporcionada (criterios 10-11). Para los diseños longitudinales, la evaluación de la calidad metodológica se llevó a

Diseño	Ensayos clínicos controlados Estudios observacionales prospectivos (estudios de cohorte)
Población	Niños en edad escolar entre 6 a 18 años
Intervención	Educativas Alimentación saludable Actividad física Medio ambiente Red social.
Comparación	Intervenciones de actividad física, educativas y mixtas
Medidas de Resultado	Índice de masa corporal (IMC) Peso Circunferencia de la cintura Porcentaje grasa HDL, LDL, glicemia, triglicéridos Consumo de alimentos Nivel de actividad física

Cuadro 1.—Criterios de inclusión reportados según el acrónimo PICO (Población, Intervención, Comparación y Medidas de Resultado).

cabo usando el instrumento “Critical Appraisal Skills Programme” (en inglés, CASPe) en su versión en español¹⁷, el cual evalúa en primer lugar validez interna (criterios 1-5), los resultados (criterios 6-9) y por último la validez externa del estudio (criterios 10-11). Dos autores independientes y cegados desarrollaron esta etapa de investigación (EGJ-JFME). La concordancia entre las dos evaluaciones realizadas por los autores fue medida usando el coeficiente de Kappa ($K=0.89$).

Resultados

Características de los estudios incluidos

Veintiún (21) estudios¹⁹⁻³⁹ fueron finalmente incluidos en la revisión sistemática ($n=12,092$). Un total de 8,153 niños fueron asignados a los grupos de intervención, 3,845 al grupo control y 97 desertaron de las intervenciones (reporte de sesgo de desgaste). Se obtuvo una puntuación de riesgo de sesgo de $7\pm 0,79$ para los estudios experimentales evaluados con la escala de PEDro (Tabla I) y de $10,11\pm 0,6$ con los estudios observacionales evaluados con la herramienta CASPe (Tabla II); lo cual sugiere una alta calidad metodológica y un bajo riesgo de sesgo entre los estudios incluidos. El año de publicación promedio fue $2009\pm 2,97$. Los estudios se llevaron a cabo en países como Brasil, Chile, Colombia y México, el cual presenta el mayor porcentaje de estudios incluidos con 42,8% ($n=9$). El diagrama de flujo PRISMA se presenta en la figura 1.

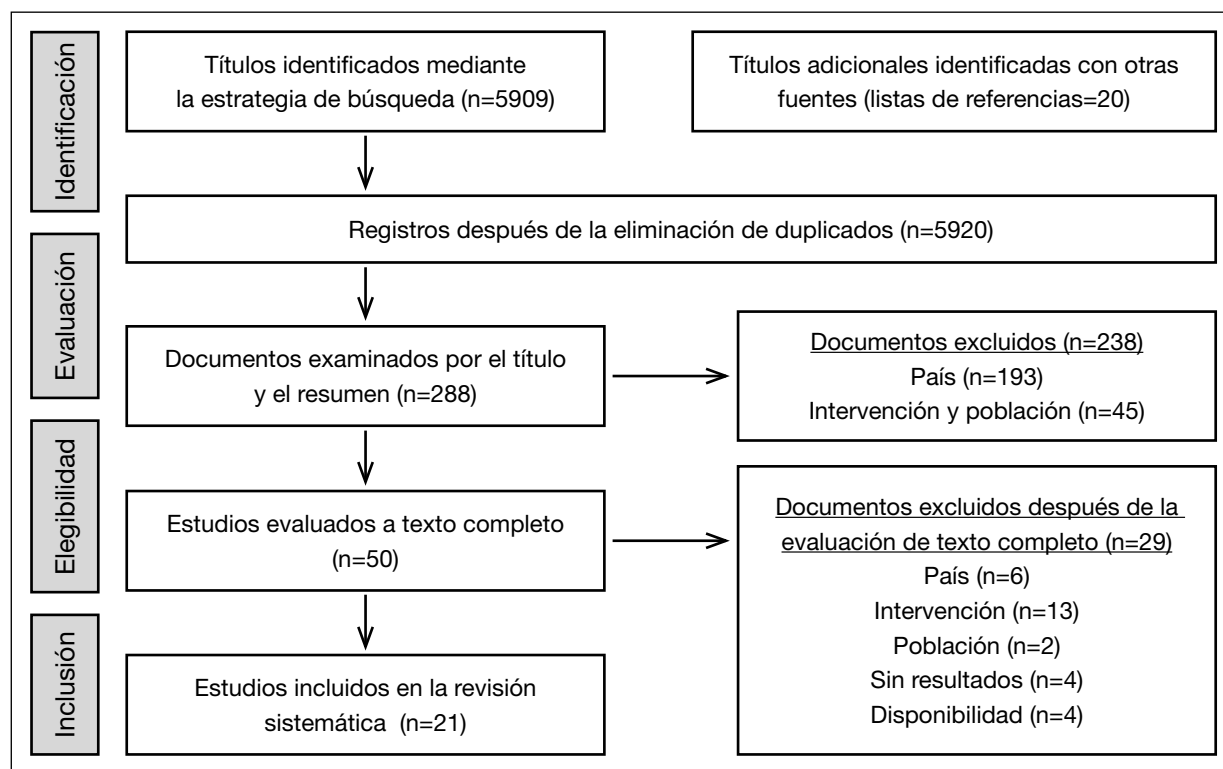


Fig. 1.—Diagrama de flujo acorde a la Declaración PRISMA¹².

Tabla I
Evaluación de la calidad metodológica y el riesgo de sesgo con la escala PEDro¹⁶

<i>ID</i>	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>P3</i>	<i>P4</i>	<i>P5</i>	<i>P6</i>	<i>P7</i>	<i>P8</i>	<i>P9</i>	<i>P10</i>	<i>Total</i>
Bacardí-Gascon et al. ¹⁹	(+)	(+)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	6
Balas-Nakash et al. ²⁰	(+)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	5
Farias, et al. ²²	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	5
Fernandes, et al. ²³	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	5
Alves et al. ²⁵	(+)	(+)	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	7
Quizán et al. ²⁷	(+)	(+)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	6
Shamah Levy, et al. ²⁹	(+)	(+)	(+)	(-)	(+)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	7
Vio et al. ³¹	(+)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	5
Macias et al. ³⁵	(+)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	6
Pereira Cristina et al. ³⁶	(+)	(+)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	6
Rosado et al. ³⁸	(+)	(+)	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	7
Sichieri, Rosely et al. ³⁹	(+)	(+)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	6

(-)= No; (+) = Sí; PEDro, Physiotherapy Evidence Database.

P1, Asignación aleatoria; P2 Cegamiento en la asignación de locación; P3 Comparabilidad inicial; P4 Cegamiento Participantes; P5 Cegamiento terapeutas; P6 Cegamiento asesores; P7 Seguimiento adecuado; P8 Análisis por intención a tratar; P9, comparación entre grupos; P10, Variabilidad y puntos estimados.

Tabla II
Evaluación de la calidad metodológica y el riesgo de sesgo con la escala CASPE¹⁷

<i>ID</i>	<i>CALIFICACIÓN CASPE</i>											<i>Total</i>
	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>P3</i>	<i>P4</i>	<i>P5</i>	<i>P6</i>	<i>P7</i>	<i>P8</i>	<i>P9</i>	<i>P10</i>	<i>P11</i>	
Elizondo-Montemayor et al. ²¹	(+)	(+)	(+)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	10
Fernandez, L et al. ²⁴	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	11
Patiño Villada et al. ²⁶	(+)	(+)	(+)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	10
Ramírez-López et al. ²⁸	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	11
Vásquez et al. ³⁰	(+)	(+)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	9
García Cristine et al. ³²	(+)	(+)	(+)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	10
Kain, Juliana et al. ³³	(+)	(+)	(+)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	10
Kain, Juliana et al. ³⁴	(+)	(+)	(+)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	10
Perichart et al. ³⁷	(+)	(+)	(+)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	10

(-)= No, (+) = Sí, CASPe Criterios de calidad metodológica

P1 Definición del tema; P2 reclutamiento de la cohorte; P3 medición de resultados; P4 potencial de efecto de los resultados; P5 seguimiento de los sujetos; P6 Resultados del estudio; P7 Precisión de los resultados; P8 Credibilidad de los resultados; P9 Coincidencia de los resultados; P10 Aplicabilidad clínica de los resultados; P11 Decisión clínica.

De los 21 estudios analizados, sólo dos realizaron intervenciones nutricionales, la misma cantidad para intervenciones con actividad física y cinco de orden mixto, para un total de 9 estudios; siendo estos los artículos que presentaron datos de la significancia estadística tras la intervención; y a su vez modificaciones positivas en alguna de las variables estudiadas.

Características de la población

Las edades de los participantes variaron entre 5 y 17 años, con una edad promedio de 9,1. El total de sujetos fue de 12,092; de los cuales el 51% fueron hombres y el 49% restante fueron mujeres. De los estudios incluidos, según la clasificación CINE de la UNESCO¹⁸, el 66,6% fueron realizados en educación primaria y el 34,4% se realizaron tanto en educación primaria como en los primeros grados de la educación secundaria.

Características de la intervención

Siete estudios (33%)^{23,27,28,31,32,38,39} llevaron a cabo intervenciones dirigidas a la educación nutricional y modificaciones en la dieta; cuatro estudios (19%)^{20,22,25,35} realizaron promoción e intervención en actividad física por medio de actividades como el aumento de horas de la clase de educación física y modificaciones en el currículo escolar; y el 47% correspondiente a 10 estudios^{19,21,24,26,29,30,33,34,36,37} fueron intervenciones mixtas que combinaron estrategias de actividad física y nutricionales. Las intervenciones presentaron una duración media de 25,95 ± 13,51 semanas. Las características de los estudios incluidos se presentan en la tabla III.

Efectos de las intervenciones en las medidas de resultado

Dentro de los estudios incluidos se observó una marcada heterogeneidad en los resultados medidos, tales como el índice de masa corporal (IMC), peso, perímetro de cintura, mediciones en sangre y el nivel de práctica de actividad física.

Índice de masa corporal (IMC)

Con relación a las variables antropométricas, el IMC, se reportó como medida de resultado en el 80% de los estudios incluidos (n=17)^{19,21-26,28,29,31-35,37-39}, de los cuales sólo quince reportaron la significancia estadística^{19,21-26,28,32-34,36-39}. Bacardí-Gascon et al.¹⁹ y Rosado et al.³⁸ reportaron disminuciones significativas en el IMC, tras las intervenciones mixtas de 24 semanas y 12 semanas respectivamente; mientras que siete estudios^{21,23,25,29,32,37,39} no presentaron disminuciones signifi-

ficativas del IMC, y cinco estudios^{22,24,33,34,35} reportaron aumentos en esta variable.

Peso corporal

Sichieri R, et al.³⁹ realizaron una intervención nutricional durante 32 semanas, la cual mejoró el peso de los escolares luego de promover el consumo de agua en lugar de bebidas azucaradas. Alves et al.²⁵ hallaron mejoras no significativas en el peso corporal de los escolares tras haber realizado una intervención con actividad física durante 24 semanas (p=0,89). Por otra parte, dos estudios reportaron aumentos significativos en el peso corporal de los escolares a pesar de haber desarrollado intervenciones en donde los niños practicaron actividad física^{22,35}.

Perímetro de cintura

Tres estudios reportaron mejoras significativas en el perímetro de cintura tras intervenciones de actividad física y mixtas^{19,22,26}. En 2008, Perichart et al.³⁷ observaron reducciones del perímetro de cintura, aunque éstas no fueron estadísticamente significativas. Finalmente, dos estudios^{32,34} reportaron aumentos no significativos de esta variable.

Porcentaje grasa

El porcentaje grasa fue reportado por el 33,3% de los estudios (n=7) incluidos en esta revisión^{20,21,22,26,28,30,38}. Los resultados muestran que éste disminuyó en todos los estudios después de la intervención, aunque sólo en 3 estudios se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas^{21,22,38}.

Triglicéridos en sangre

Los niveles séricos de triglicéridos fueron evaluados en 7 estudios (33,3%)^{20,21,26,28,35,37,38}, de los cuales 6 mostraron disminuciones post-intervención^{20,21,26,28,37,38}, donde sólo 3 estudios^{21,37,38} mostraron diferencias estadísticamente significativas (p< 0.05). Por otra parte, Macías-Cervantes et al.³⁵ evidenciaron un aumento de los niveles séricos de triglicéridos tanto en el grupo control como en el grupo intervención, pero este aumento no arrojó diferencias estadísticamente significativas (p<0,05).

Niveles de Colesterol

Los efectos de las intervenciones educativas en el LDL fueron evaluados en el 29% de los estudios (n=7)^{20,21,26,28,35,37,38}; cuatro estudios^{21,26,35,37} identificaron

Tabla III
Características de los estudios incluidos

<i>ID</i>	<i>País</i>	<i>Diseño</i>	<i>Participantes</i>	<i>Intervención</i>	<i>Medidas de resultado</i>	<i>Resultados</i>
Bacardí-Gascon et al. (2012)	México	Ensayo clínico aleatorizado	Niños de 2° a 3° grado	Exp:[Clases educativas y actividad física dirigida que involucra tres componentes, padres, currículo de clase, y maestros. Cont:[no intervención]	IMC, circunferencia de cintura	Aumento de puntuación z IMC y la circunferencia de la cintura, y una disminución en la obesidad abdominal.
Balas-Nakash et al. (2010)	México	Ensayo clínico no aleatorizado	Niños entre 8 y 12 años	Exp:[rutina B, 40 min de AF con ejercicios aeróbicos]. Cont:[rutina A 20 min de AF menos intensa].	IMC, circunferencia de cintura, porcentaje grasa, presión arterial, lipoproteínas, lípidos, glucosa e insulina.	La rutina A tuvo efecto sobre la presión diastólica; la B tuvo efecto sobre el IMC, %MG, presión arterial y triglicéridos. La rutina B tuvo mayores efectos en la presión arterial que la rutina A.
Elizondo-Montemayor et al. (2013)	México	Estudio Longitudinal	Niños entre 6 y 12 años	Programa de aumento de AF 60 min día, intervención dietética y estilos de vida con apoyo de la familia.	Talla, peso, % de grasa corporal, perímetro de cintura, pliegue tricípital, IMC, presión arterial, colesterol HDL LDL, triglicéridos.	a prevalencia de niños de peso normal llegó a 8%, mientras que la de los niños obesos cayó al 60%
Farias, et al. (2009)	Brasil	Ensayo clínico no aleatorizado	Adolescentes entre 10 y 15 años	Exp:[actividad programada] Cont:[clase de educación física tradicional]. (2 veces por semana durante 60 minutos).	Peso, talla, IMC, pliegue de tríceps, subescapular, abdomen, pantorrilla, cintura y %graso	En el grupo exp hubo una reducción significativa en el espesor del pliegue cutáneo tricípital y perímetro abdominal de las niñas y un aumento significativo en el brazo, la cintura y perímetros de la pantorrilla y en la masa corporal magra
Fernandes, et al. (2009)	Brasil	Ensayo clínico aleatorizado	Niños de 8.2±0.76	Exp:[programa educativo] Cont:[sin intervención]	Peso, talla y consumo de alimentos	El porcentaje de escolares con sobrepeso / obesidad aumentó 21,8 a 23,6% en el grupo de intervención y de 33,7 a 35,0% en el grupo control.
Fernandez, et al. (2013)	Chile	Estudio Longitudinal	Niños de 1 a 4 de primaria	Programa de educación nutricional y actividad física aumentando a 3 y 4 horas de actividad semanal.	Peso, talla, IMC, cuestionario de conocimientos sobre nutrición	No hubo diferencia significativa del puntaje Z IMC entre los periodos inicial y final ni en la evolución del estado nutricional de los niños. El conocimiento alimentario mejoró en forma significativa entre las dos mediciones.
Alves Guilherme et al.(2008)	Brasil	Ensayo clínico no aleatorizado	Niños entre 5 y 10 años	Exp:[programa de AF 50 min tres veces a la semana] Cont:[sin intervención]	peso, talla y IMC	El aumento de peso fue significativamente menor en el grupo de intervención.

Tabla III (cont.)
Características de los estudios incluidos

ID	País	Diseño	Participantes	Intervención	Medidas de resultado	Resultados
Patiño Villada et al. (2013)	Colombia	Estudio Longitudinal	Niños entre 11 y 17 años Medellín y presentaban exceso de peso	Actividad física más recomendaciones nutricionales para padres y adolescentes.	Peso, estatura, circunferencia de cintura, pliegue tricípital, pliegue subescapular, %graso, IMC, LDL, HDL, triglicéridos, colesterol, glicemia, insulinemia, presión arterial, Vo ₂ max y porción de frutas - verduras diarias.	Luego de la intervención disminuyeron la circunferencia de la cintura de 90,5 ± 11,0 a 88,1 ± 9,9 cm; el IMC de 30,2 ± 5,8 a 29,3 ± 5,6 kg/m ² ; la grasa corporal total.
Quizán et al.(2013)	México	Ensayo clínico no aleatorizado	Niños entre 6 y 8 años	Exp: [plan de intervención que constaba de 7 componentes]. Cont: [sin intervención]	Disponibilidad de alimentos saludables (inventario de las tiendas escolares), Evaluación dietaría (técnica de recordatorio de 24 horas.	La disponibilidad de alimentos saludables en las tiendas escolares aumentó después de aplicar el programa de intervención y se incrementó el consumo de frutas y verduras durante el recreo.
Ramírez-López et al. (2005)	México	Estudio Longitudinal	Niños entre 6 y 10 años	Exp:[el programa de desayunos escolares] Cont:[sin intervención]	Talla, IMC, GC, MCLG, Colesterol, Triglicéridos, Glucosa en ayuno	El IMC en niños del PDE y sus controles no fue diferente al inicio y final del ciclo escolar.
Shamah Levy, et al. (2012)	México	Ensayo clínico no aleatorizado	Niños entre 10 y 13 años	Exp: [aplicación de 4 estrategias educativas de alimentación saludable y actividad física]. Cont: [sin intervención]	IMC, dieta (consumo en kcal, carbohidratos y lípidos), nivel de actividad física (no realiza, moderada actividad, activo), conocimiento (alimentación saludable y actividad física.	La obesidad entre el inicio y la fase final del grupo intervención disminuyó 1%.
Vásquez et al.(2013)	Chile	Ensayo clínico no aleatorizado	Niños entre 8 y 13 años	Exp: [5 sesiones educativas, de apoyo psicológico y 30 de AF al menos tres a la semana mínimo 45 min] Cont:[sin intervención]	Evaluaron Grasa corporal GC y Masa Libre de Grasa en % y en Kg.	En ambos sexos se produjo un incremento significativo en el tiempo en MLG (kg) por 4C, en GC (%) por dilución isotópica en niños se redujo en la post-intervención, mientras n las niñas disminuyó significativamente en el tiempo y en MLG (kg) por dilución isotópica aumentó significativamente en ambos sexos.

Tabla III (cont.)
Características de los estudios incluidos

<i>ID</i>	<i>País</i>	<i>Diseño</i>	<i>Participantes</i>	<i>Intervención</i>	<i>Medidas de resultado</i>	<i>Resultados</i>
Vio et al. (2011)	Chile	Ensayo clínico no aleatorizado	Niños de pre kínder, kínder, primero y segundo de básica.	Exp: [programa educativo mensual]. Cont: [sin intervención]	Peso, talla, consumo de alimentos.	No hubo cambio en el estado nutricional en el total de los niños intervenidos, aumentando levemente el sobrepeso y obesidad en el colegio control. Sin embargo, al hacer el análisis por colegio, en siete de los nueve colegios intervenidos disminuyó la obesidad.
Garcia , Cristine et al. (2008)	Brasil	Estudio Longitudinal	Niños de 3 y 4 grado	Programa nutricional con 7 sesiones de 1 por semana.	perfil nutricional (cuestionario de hábitos alimenticios) y IMC.	Aunque no se detectaron cambios en el perfil nutricional escolares, hubo una reducción significativa en el consumo de galletas traído de casa entre los niños de las escuelas privadas y en la escuela pública, se produjo un aumento significativo en las comidas escolares y el consumo de fruta.
Kain, Juliana et al. (2007)	Chile	Ensayo clínico no aleatorizado	Niños de 1 a 7 grado	Exp:[programa nutricional y aumento de la AF en 90 min adicionales] Cont: [sin intervención].	IMC, Circunferencia de cintura y pliegue tricípital, prueba de milla y Navette.	Durante los dos años, la prevalencia de la obesidad y BMIZ disminuyeron significativamente en el grupo de intervención.
Kain, Juliana et al. (2008)	Chile	Ensayo clínico no aleatorizado	Niños entre 1 y 8 grado	Exp: [clases de nutrición y dieta para los niños que involucraran a profesores y padres, y programa de AF de 90 min adicionales a lo que está en el currículo]. Cont: [sin intervención].	IMC, Circunferencia de cintura y pliegue tricípital.	Hubo una disminución significativa en las puntuaciones Z de IMC en las escuelas experimentales para ambos sexos.
Macias et al. 2009	Mexico	Ensayo clínico aleatorizado	Niños de 6 a 9 años	Exp: Programa de actividad física, mediante intensidades de ejercicio de leve a moderado.	Talla, peso circunferencia de cintura, IMC, pliegue tricípital, glucosa, triglicéridos, colesterol, HDL, LDL.	El grupo intervención , los niños que aumentaron la actividad física durante 12 semanas disminuyen los niveles de insulina y resistencia a la insulina sin cambios en otras variables metabólicas y antropométricas.

Tabla III (cont.)
Características de los estudios incluidos

<i>ID</i>	<i>País</i>	<i>Diseño</i>	<i>Participantes</i>	<i>Intervención</i>	<i>Medidas de resultado</i>	<i>Resultados</i>
Pereira, Cristina; et al. (2006)	Brasil	Ensayo clínico aleatorizado	Niños de 1 y 2 grado de 7 a 10 años y profesores	Exp: [programa de educación para los profesores de 30 horas, 8 sesiones de 150 min para enseñar nutrición y 4 para AF, en los niños 14 semanas 3 actividades por semana] Cont: [sin intervención].	Preferencias , y comportamientos alimenticios en niños, y actitudes y conocimiento en maestros.	Los resultados revelaron una mejoría en la elección de los alimentos entre los estudiantes y una reducción en la ingesta de alimentos con alta densidad energética. También se observó una mejora en el conocimiento y las actitudes de los profesores hacia la prevención de la obesidad.
Perichart et al. (2008)	Mexico	Estudio longitudinal	niños de 8 a 14 años	Exp: programa de Educación física y orientación nutricional.	Talla, peso circunferencia de cintura, IMC, presión arterial, glucosa, triglicéridos, colesterol, HDL, LDL y albumina.	La aplicación de una rutina de ejercicio sencilla tiene efectos notorios sobre los indicadores de riesgo cardiovascular en escolares. Estos resultados pueden considerarse un modelo de intervención para paliar los efectos de la obesidad infantil.
Rosado et al. (2008)	Mexico	Ensayo clínico aleatorizado	niños de 6 a 12 años	Programa de educación nutricional.	talla, peso, IMC, colesterol y triglicéridos.	Aumentar el consumo de cereal, como fuente de carbohidratos es solo eficaz para reducir la obesidad si se acompaña de un programa educativo.
Sichieri, Rosely et al. (2008)	Brasil	Ensayo clínico aleatorizado	Niños de 9 a 12 años	Exp: [uso de mensajes para como incentivo para el aumento del consumo de agua en lugar de bebidas azucaradas]. Cont: [sin intervención].	IMC y la ingesta de bebidas azucaradas.	Una disminución estadísticamente significativa en el consumo diario de bebidas carbonatadas en la intervención en comparación con el control.

IMC= Índice de masa corporal; EXP= grupo experimental; CONT= grupo control

disminución en los valores en sangre del HDL, mientras dos de ellos presentaron aumento^{20,38}. Ramírez-López et al.²⁸ fue el único estudio en el que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los niveles pre y post intervención. Rosado et al.³⁸ realizaron un estudio con 4 grupos (3 grupos de intervención y 1 grupo que sirvió de control), pese a que los grupos 2 y 3 mostraron un aumento en los niveles de LDL, sólo el tercer grupo mostró diferencias significativas ($p < 0.0001$), el cual recibió una intervención en donde se daban porciones de cereal diarias y recibían educación alimentaria durante 12 semanas.

Por otra parte, los cambios pre y pos intervención en las concentraciones de LDL fueron evaluados en cinco

estudios ($n=23\%$)^{20,26,34,37,38}, de los cuales sólo dos estudios mostraron disminución en la variables^{20,38}; sólo Rosado et al.³⁸ encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

Glicemia

Los niveles de glicemia fueron evaluados en el 28,5% ($n=6$) de los estudios incluidos^{20,21,26,28,35,37}. Se encontraron disminuciones en tres investigaciones^{20,21,26}, aunque sólo uno identificó diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,02$)²⁶. Se observaron aumentos en los niveles de glicemia en dos estudios^{28,37}.

Factores comportamentales

Consumo de alimentos

Dentro del estudio de las variables comportamentales, la frecuencia de consumo de alimentos fue evaluada por el 28,5% de los estudios incluidos ($n=6$)^{23,27,29,31,32,36} con un reporte bastante heterogéneo, ya que cada estudio utilizó un instrumento de medición diferente. Dos estudios^{23,36} reportaron disminuciones en el consumo de alimentos no saludables; uno de estos, publicado por Pereira et al.³⁶, reportó diferencias estadísticamente significativas ($p=0,007$) a favor de una intervención mixta en 803 niños escolares.

Así mismo, dos estudios^{27,29} reportaron el consumo de energía total en kilocalorías, pero sólo uno²⁷ mostró una disminución de la energía consumida después de la intervención; contrario a ello, Shamah et al.²⁹ arrojaron un aumento en el consumo de kilocalorías tanto en el grupo control como en el grupo intervención. En ningún estudio se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p>0,06$). Por otra parte, dos estudios^{31,32} reportaron aumentos en el consumo de alimentos saludables, aunque sólo Vio et al.³¹ dieron cuenta de un aumento significativo en el consumo de lácteos ($p<0,05$).

Nivel de práctica de actividad física

Finalmente, el nivel de práctica de actividad física (AF) fue reportado en el 9,5% de los estudios incluidos ($n=2$)^{21,29}. Se encontró un aumento del porcentaje de niños escolares físicamente activos²⁹; estos resultados carecen de significancia estadística ($p=0,53$). Así, Elizondo-Montemayor et al.²¹, comunicaron un aumento en los minutos de realización de AF tras la intervención educativa practicada ($p=0,02$).

Discusión

La presente revisión sistemática demuestra que las intervenciones mixtas son eficaces en la prevención del sobrepeso y obesidad en escolares. Resultados similares han sido reportados por Lobelo et al.³⁹ quienes muestran que aquellas intervenciones que combinan programas de educación, realización de AF, cambios nutricionales y políticas institucionales son efectivos en la prevención de sobrepeso y obesidad infantil.

A través del tiempo, la implementación de intervenciones mixtas ha ido en aumento. Así, en la revisión realizada por Pérez-Morales et al.⁴⁰ los autores reportan que de 10 estudios incluidos tan solo 4 implementaron estrategias que combinaran la educación nutricional con el aumento en la práctica en AF. En nuestro caso, el 47% de los estudios incluidos realizaron intervenciones del mismo tipo, permitiendo demostrar que es una estrategia exitosa en la prevención de la obesidad.

En variables antropométricas, en el caso del IMC, 11 de los artículos reportan incrementos en los valores de esta variable, lo cual podría indicar que las intervenciones no se realizaban con las estrategias correctas o que el tiempo de aplicación y evaluación era insuficiente. En esta misma línea, Fernández et al.²³ no obtienen una reducción en los valores del IMC a pesar de proporcionar conocimientos amplios sobre hábitos alimenticios y mejorar la condición física. Contrario a lo anterior Gussinyer et al.⁴¹ reportaron que la aplicación del programa «Niñ@s en movimiento» permitió una disminución en las puntuaciones del IMC y un aumento de la calidad de la dieta.

En la mayoría de estudios que reportaron porcentaje de grasa, se determinó una disminución del mismo pero se observan pocos cambios significativos contrario a lo esperado para intervenciones directas y mixtas puesto a que los estudios que la reportan cumplen esta característica. Estos resultados difieren de los presentados por Waters et al.⁴², quienes en su revisión sistemática muestran que 18 estudios reportan cambios moderadamente positivos a favor de la reducción de la adiposidad entre los escolares que recibieron intervención.

Variables metabólicas en sangre (HDL; LDL; Triglicéridos y Glucosa) alteradas a menudo en pacientes con sobrepeso u obesidad, reportan cambios poco significativos.

En cuanto a las variables comportamentales como es el caso de la frecuencia de consumo de alimentos, a diferencia de las variables antropométricas muestran una ligera mejora. Esta circunstancia puede estar determinada por la heterogeneidad de los estudios analizados. Estos resultados coinciden con lo reportado por Waters et al.⁴², quien en su revisión obtiene que tan solo cuatro de treinta y nueve estudios muestran cambios positivos en la ingesta de alimentos saludables a favor de las intervenciones que incluían cambios directos en la alimentación y educación nutricional.

En el caso de la variable nivel de actividad física, el análisis de resultados de los diferentes estudios muestra un escaso aumento de su práctica entre la población intervenida. Esta situación contrasta con lo descrito por estudios como el de Brown et al.⁴³ y Waters et al.⁴², quienes reportan un aumento significativo en los niveles de actividad física entre los escolares intervenidos.

Asimismo, Saravana et al.⁴⁴ plantean que las intervenciones que involucran también el ámbito familiar muestran una mayor eficacia frente aquellas que se realizan únicamente en el ámbito escolar, determinándose que ambos ambientes generan cambios efectivos para la prevención de la obesidad infantil.

Por tanto, los estudios analizados confirman la importancia de realizar estrategias que involucren hábitos nutricionales y el aumento de la actividad física, circunstancia ya descrita por estudios como el de Patiño Villada et al.²⁵ quienes concluyen que una intervención basada en actividad física y asesoramiento dietético durante 12 semanas en un procedimiento efectivo para

generar cambios positivos en las diferentes variables medidas antes y después de la intervención.

Algunos artículos contemplan además otros factores que pueden influir en el sobrepeso y obesidad, como los son el aspecto socioeconómico y el aspecto psicosocial, pero estos dos factores no son un común denominador en dichos trabajos por lo cual no se tomó como una variable a ser analizada en este estudio.

La principal limitación es el grado de heterogeneidad de los estudios analizados, circunstancia que dificulta establecer de una forma clara el grado de eficacia de las intervenciones desarrolladas en los diferentes estudios.

Conclusiones

La presente revisión sistemática demuestra que existe suficiente evidencia para recomendar la implementación de intervenciones educativas en el ámbito escolar orientadas a la prevención del sobrepeso y la obesidad en población entre los 5 y 17 años de edad, en países latinoamericanos. Estas intervenciones deben priorizar la promoción del consumo de alimentos sanos así como la práctica de actividad física. De igual forma, se sugiere una profunda articulación inter-sectorial para lograr un mayor impacto en los indicadores de salud comprometidos.

Por otra parte, es importante resaltar la necesidad de futuras investigaciones, con protocolos más uniformes, y que sean aplicadas no sólo en el entorno escolar sino también en el ámbito familiar, para abarcar integralmente esta problemática y permitir un abordaje completo en la prevención del sobrepeso y la obesidad infantil en países latinoamericanos.

Financiación

El presente trabajo forma parte del Proyecto FUPRECOL (Asociación de la Fuerza Prensil con Manifestaciones Tempranas de Riesgo Cardiovascular en Niños y Adolescentes Colombianos, Colciencias N° 122265743978).

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Red de Actividad Física de las Américas (RAFA-PANA).

Referencias

1. Organización Mundial de la Salud [homepage en internet]. OMS Informe sobre la situación mundial de las enfermedades no transmisibles. Resumen de orientación. [Extraído el 03 de mayo de 2013]. 2011; Recuperado de: http://www.who.int/nmh/publications/ncd_report2010/es/index.html.
2. Organización Mundial de la Salud [homepage en internet] OMS. Obesidad y sobrepeso. Nota descriptiva N°311. [Extraí-

do el 03 de mayo de 2013]. 2012; Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>.

3. James J, Thomas P, & Kerr D. Preventing childhood obesity: two year follow-up results from the Christchurch obesity prevention programme in schools (CHOPPS). *BMJ* 2007; 1-4.
4. Rivera J, González T, Pedraza L, Aburto T, Sánchez, T, Martorell R. Childhood and adolescent overweight and obesity in Latin America: a systematic review. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2013; 70(13):173-6.
5. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, Ministerio de Protección Social, PROFAMILIA. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia. [Extraído el 03 de Mayo de 2013]. 2010. Disponible en: <http://www.bogotamasactiva.gov.co/?q=node/481> ENSIN2010.
6. Gonzalez S, Sarmiento O, Cohen D, Camargo D, Correa J, Paez D, et al. Results From Colombia's 2014 Report Card on Physical Activity for Children and Youth. *Journal of Physical Activity and Health* 2014, 11(Supp 1): S33-S44.
7. Speroni K, Earley C, Atherton M. Evaluating the Effectiveness of the Kids Living Fit Program: A Comparative Study. *The Journal of School Nursing* 2007; 23: 329.
8. Flores-Huerta S, Klünder-Klünder M, Medina-Bravo P. La escuela primaria como ámbito de oportunidad para prevenir el sobrepeso y la obesidad en los niños. *Bol Med Hosp Infant Mex* 2008: 626 – 638.
9. Pastor-Vicedo JC, Gil-Madrona P, Tortosa-Martínez M, Martínez-Martínez J. Efectos de un programa de actividad física extracurricular en niños de primer ciclo de ESO con sobrepeso y obesidad. *Revista de Psicología del Deporte* 2012; (21): 379-385.
10. Giralt M, Albaladejo R, Tarro L, Moríña D, Arijá V, Solà R. A primary-school-based study to reduce prevalence of childhood obesity in Catalunya (Spain) - EDAL-Educació en alimentació: study protocol for a randomised controlled trial. *Trials* 2011:12-54.
11. Dwyer M, Fairclough S, Ridgers N, Knowles Z, Fowweather L, Stratton G. Effect of a school-based active play intervention on sedentary time and physical activity in preschool children. *Health education research* 2013; (28): 931-942.
12. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. The PRISMA Group: Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Med* 2009, 6:e1000097.
13. Higgins JPT, Green S. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. Version 5.1.0. *The Cochrane Collaboration* 2011 [<http://handbook.cochrane.org/>].
14. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF). Revista SIUN (sistema único de información de la niñez)[internet].2012.[consultada el 14 de enero del 2014]. Disponible en: <http://www.icbf.gov.co/portal/page/portal/PortalICBF/Bienestar/SNBF1/3%20Revista%20SIUN.pdf>.
15. Kettel L; Sobush K; Keener D; Goodman K; Lowry A; Kakiytek J; et al. Recommended Community Strategies and Measurements to Prevent Obesity in the United States. *CDC recommendation and reports* 2009; 58(RR07):1-26.
16. Physiotherapy Evidence Database. Escala de PEDro [internet]. [consultada el 14 de enero del 2014]. Disponible en: www.pedro.fhs.usyd.edu.au.
17. Institute of Health Sciences de Oxford. Critical Appraisal Skills Programme version español CASPe.[internet] 2011. [consultada el 14 de enero de 2014]. Disponible en : <http://redcaspe.org/drupal/?q=node/29>.
18. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Clasificación Internacional Normalizada de la educación CINE 2011.Instituto de estadística de la Unesco 2011.
19. Bacardí-Gascon, Pérez-Morales, Jiménez-Cruz. A six month randomized school intervention and an 18-month follow-up intervention to prevent childhood obesity in Mexican elementary schools. *Nutr Hosp* 2012;27(3):755-762.
20. Balas-Nakash, Benítez-Arciniega, Perichart-Perera, Valdés-Ramos, Vadillo-Ortega. The effect of exercise on cardiovascular risk markers in Mexican school-aged children: com-

- parison between two structured group routines. *Salud Publica Mex* 2010;52:398-405.
21. Elizondo-Montemayor, Gutiérrez G, Moreno D, Martínez U, Tamargo D, Treviño M. School-based individualised lifestyle intervention decreases obesity and the metabolic syndrome in Mexican children. *J Hum Nutr Diet* 2013; 26 (Suppl. 1):82-89.
 22. Farias E, Flaviano P, Wellington R, Ezequiel M, Gonçalves A, Baldin Gil, et al. Efeito da atividade física programada sobre a composição corporal em escolares adolescentes. *J Pediatr (Rio J)* 2009;85(1):28-34.
 23. Fernandes P, Bernardo C, Campos R, Vasconcelos F. Avaliação do efeito da educação nutricional na prevalência de sobrepeso/obesidade e no consumo alimentar de escolares do ensino fundamental. *J Pediatr (Rio J)* 2009;85(4):315-321.
 24. Fernández L, Leyton B, Kain J, Vio del Río F. Evaluación de una intervención educativa para la prevención de la obesidad infantil en escuelas básicas de Chile. *Nutr Hosp* 2013;28(3):1156-1164.
 25. Alves J, Galé C, Souza E, Batty D. Efeito do exercício físico sobre peso corporal em crianças com excesso de peso: ensaio clínico comunitário randomizado em uma favela no Brasil. *Cad. Saúde Pública* 2008, 24 Sup 2:S353-S359.
 26. Patiño- Villada, Márquez- Arabia, Uscátegui- Peñuela, Estrada- Restrepo, Agudelo- Ochoa, Mariela- Manjarrés, et al. Efecto de una intervención con ejercicio físico y orientación nutricional sobre componentes del síndrome metabólico en jóvenes con exceso de peso. *Iatreia* 2013 ;Vol. 26 (1): 34-43.
 27. Quizán- Plata, Anaya B, Esparza R, Orozco G, Espinoza L, Bolaños V. Efectividad del programa promoción de alimentación saludable en estudiantes de escuelas públicas del estado de Sonora 2013;XXI(42):175-204.
 28. Ramírez-López, Grijalva-Haro, Valencia E, Ponce J, Artalejo E. Impacto de un programa de desayunos escolares en la prevalencia de obesidad y factores de riesgo cardiovascular en niños sonorenses. *Salud Publica Mex* 2005;47:126-133.
 29. Shamah Levy, Morales Ruán, Amaya Castellanos, Salazar Coronel, Jiménez Aguilar, Gómez Humarán. Effectiveness of a diet and physical activity promotion strategy on the prevention of obesity in Mexican school children. *BMC Public Health* 2012, 12:152.
 30. Vásquez F, Díaz E, Lera L, Vásquez L, Anziani A, Leyton B et al. Evaluación longitudinal de la composición corporal por diferentes métodos como producto de una intervención integral para tratar la obesidad en escolares chilenos. *Nutr Hosp* 2013;28:148-154
 31. Vio del R, Zacarías H, Lera L, Benavides M, Gutiérrez A. Prevención de la obesidad en escuelas básicas de Peñalolén: componente alimentación y nutrición. *Revista Chilena de Nutrición* 2011; 38 (3) : 268-276.
 32. Garcia C, Valério D, Assis Guedes de V. Avaliação de um programa para promoção de hábitos alimentares saudáveis em escolares de Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. *Rev. Bras. Saúde Matern. Infant* 2008; 8 (3): 299-308.
 33. Kain J, Leyton B, Cerda R, Vio F, Uauy R. Two-year controlled effectiveness trial of a school-based intervention to prevent obesity in Chilean children. *Public Health Nutrition* 2007 12(9): 1451-1461.
 34. Kain J, Leyton B, Cerda R, Vio F, Uauy R. Efectividad de una intervención en educación alimentaria y actividad física para prevenir obesidad en escolares de la ciudad de Casablanca, Chile (2003-2004). *Rev Méd Chile* 2008; 136: 22-30.
 35. Macías-Cervantes, Malacara E, Garay-Sevilla, Díaz-Cisneros. Effect of recreational physical activity on insulin levels in Mexican/Hispanic children. *Eur J Pediatr* 2009; 168:1195-1202.
 36. Pereira C, Aguiar J, Basile C, Góes M, Mochi D, Lino de M, et al. Nutrition education in public elementary schools of São Paulo, Brazil: the Reducing Risks of Illness and Death in Adulthood project. *Rev. Nutr* 2006. 19(3):309-320.
 37. Perichart-Perera, Balas-Nakash, Ortiz-Rodríguez, Morán-Zenteno, Guerrero-Ortiz, Vadillo-Ortega. Programa para mejorar marcadores de riesgo cardiovascular en escolares mexicanos. *Salud Publica Mex* 2008;50:218-226.
 38. Rosado J, Arellano M, Montemayor K, García O, Caamaño M. An increase of cereal intake as an approach to weight reduction in children is effective only when accompanied by nutrition education: a randomized controlled trial. *Nutrition Journal* 2008, 7:28.
 39. Sichiari R, Trotte A, Souza R, Veiga G. School randomised trial on prevention of excessive weight gain by discouraging students from drinking sodas. *Public Health Nutrition* 2008 12(2): 197-202.
 40. Lobelo F, Garcia I, Holub C, Nagle B, Arredondo E, Baquera S, et al. School-Based Programs Aimed at the Prevention and Treatment of Obesity: Evidence-Based Interventions for Youth in Latin America. *Journal of School Health* 2013;83(9):668-670.
 41. Perez M, Bacardi M, Jimenez A, Armendáriz A. Intervenciones aleatorias controladas basadas en las escuelas para prevenir la obesidad infantil: revisión sistemática de 2006 a 2009. *archivos latinoamericanos de nutrición*. 2009;57(3):253-259.
 42. Gussinyer S, García-Reyna N, Carrascosa A, Gussinyer M, Yeste D, Clemente M, et al. Cambios antropométricos, dietéticos y psicológicos tras la aplicación del programa «Niños en movimiento» en la obesidad infantil. *Med Clin* 2008;131(7):245-9.
 43. Waters E, Silva-Sanigorski, Burford BJ, Brown T, Campbell KJ, et al. Interventions for preventing obesity in children (Review). *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2011, Issue 12. Art.
 44. Brown T, Summerbell C. Systematic review of school-based interventions that focus on changing dietary intake and physical activity levels to prevent childhood obesity: an update to the obesity guidance produced by the National Institute for Health and Clinical Excellence. *obesity reviews* 2009, 10: 110-141.
 45. Saravana K. School based interventions versus family based interventions in the treatment of childhood obesity systematic review. *Archives of Public Health* 2014, 72:3.



Revisión

Actividad física y acelerometría; orientaciones metodológicas, recomendaciones y patrones

Fernando Calahorra Cañada^{1,2}, Gema Torres-Luque^{1,2}, Iván López-Fernández³, Alejandro Santos-Lozano⁴, Nuria Garatachea⁵ y Elvis Álvarez Carnero³

¹Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad de Jaén. ²Grupo de investigación Ciencia y Deporte SEJ470. ³Laboratorio de Biodinámica y Composición Corporal. Universidad de Málaga. ⁴Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad de León. ⁵Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad de Zaragoza. España.

Resumen

Introducción: En los últimos años, ha cobrado especial importancia el empleo de acelerómetros para valorar la actividad física de niños y jóvenes. La metodología utilizada en el uso de la acelerometría determina los resultados obtenidos y condiciona la posibilidad de comparar diferentes estudios.

Objetivo: El objetivo de esta revisión, se centra en aspectos metodológicos relacionados con la evaluación de la actividad física en escolares utilizando la acelerometría.

Metodología: Se realizó una revisión de la literatura de los artículos incluidos en las bases de datos Medline/Pubmed y Scielo que utilizaran acelerómetros con participantes en edad escolar entre Enero de 2002 y Agosto de 2013, seleccionándose 133 artículos científicos.

Resultados: Parece existir un cierto consenso respecto a la elección del lugar de colocación, el tiempo de registro y el empleo de epochs cada vez más reducidos; sin embargo, se encuentra una gran variabilidad respecto al modelo de acelerómetro empleado y los puntos de corte seleccionados.

Discusión y Conclusiones: Los diferentes criterios empleados, dificultan la comparación en la metodología empleada entre estudios a pesar de que existan ciertos puntos en común entre ellos.

(Nutr Hosp. 2015;31:115-128)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7450

Palabras clave: Escuelas. Promoción. Educación Física y Entrenamiento. Adolescente.

PHYSICAL ACTIVITY AND ACCELEROMETER; METHODOLOGICAL TRAINING, RECOMMENDATIONS AND MOVEMENT PATTERNS IN SCHOOL

Abstract

Introduction: Over the last years, the use of accelerometers has become relevant to quantify physical activity among youth. Methods used with accelerometers might modify the results and the possibility to compare different papers. These devices have been proved to be effective and valid quantifying long periods of physical activity compared to other methods.

Objective: To show methodological criteria regarding physical activity assessed by accelerometry with schoolars.

Methodology: It was conducted a review of the literature related to accelerometers and scholar-aged subjects at PubMed from January 2002 to August 2013, selecting 133 papers.

Results: As far as it is shown, it appears to be some tendencies related to the choice of attachment of the device, wearing time and a shorter epoch-length; however, it has been found a wide variability regarding the model of accelerometer and cutoff points used.

Discussion and Conclusions: The different criterion used makes it difficult to compare methodological aspects among studies in spite of some papers carried out similar methods.

(Nutr Hosp. 2015;31:115-128)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7450

Key words: Schools. Promotion. Physical Education and Training. Adolescent.

Correspondencia: Dra. Gema Torres-Luque.
Universidad de Jaén.
Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación.
Campus de las lagunillas (Edificio D2).
23071 Jaén
E-mail: gtluque@ujaen.es

Recibido: 24-III-2014.
1.ª Revisión: 6-V-2014.
2.ª Revisión: 13-VII-2014.
Aceptado: 21-IX-2014.

Abreviaturas

AF: Actividad física.
ACL: Acelerómetro.
EF: Educación Física.
MV: Intensidad desde Moderada a Vigorosa

Introducción

La relación entre la práctica regular de actividad física (AF) y la salud, ha sido reconocida en diversos estudios que destacan la práctica físico-deportiva como una variable esencial asociada a una vida saludable. En este sentido, se han observado beneficios de carácter físico y psicológico, tales como la mejora de la salud metabólica, la prevención de la obesidad y el control de los factores de riesgo de las enfermedades cardiovasculares¹⁻⁴. Es por estos motivos, que la AF ha sido estudiada con el fin de entender los patrones y características del movimiento humano y las relaciones con enfermedades crónicas, cardiovasculares y relacionadas con la obesidad^{3,5}. Una valoración precisa y detallada de la AF es un requisito fundamental para entender la relación entre salud y enfermedad⁵⁻⁸. Desde la década de los años 50 y posteriormente en los 80 del siglo XX, se han encontrado estudios que hacen referencia a la evaluación de la AF medida de manera directa, además de la evaluación de parámetros cardiorespiratorios como un indicador de la práctica de AF⁹⁻¹². Posteriormente, alrededor de la década de los 90, han sido utilizados principalmente cardio-frecuencímetros^{13,14} y podómetros¹⁵ para la evaluación de la AF. En la actualidad, y a pesar de que éstos últimos instrumentos siguen empleándose para valorar la AF, los acelerómetros (ACLs) han comenzado a ser utilizados con más frecuencia en poblaciones escolares respecto a los anteriores instrumentos descritos, fundamentalmente desde el año 2000^{6,8,16-20}. El objetivo principal de los mismos ha sido cuantificar los parámetros fundamentales de la AF: Tiempo total, intensidad y frecuencia²¹. La posibilidad de recopilar la información objetiva de la carga de la AF, ha llevado a sustituir los métodos clásicos indirectos como cuestionarios, auto-informes e informes paternos por el uso de la acelerometría^{8,22}. Estos métodos no proporcionan una medición directa del estrés fisiológico y/o mecánico; y además están sujetos a gran subjetividad, pudiendo inducir a errores al estar influenciados por la capacidad para recordar la AF de manera retrospectiva, así como la percepción personal de los sujetos^{6,23-26}. El ACL resuelve los problemas de la subjetividad, y además tiene como ventajas, su reducido tamaño, la facilidad de transporte y una mínima interferencia en la vida diaria; adicionalmente, poseen una alta capacidad de almacenamiento de datos (desde días a semanas), una gran precisión y la posibilidad de cuantificar la intensidad del movimiento^{6-8,17}. Todo ello permite el registro objetivo de la carga asociada a la mayoría de la AF realizada por niños, jóvenes y adultos. Sin embargo, aunque su aplicación es simple y rápida, el tratamiento de los datos, su validez y su reproductibilidad son aspectos sensibles, los cuales necesitan cumplir unos criterios metodológicos precisos para obtener datos de calidad. Por lo tanto, el objetivo de esta revisión, es conocer la metodología utilizada en el uso de los acelerómetros para estimar la actividad física en población escolar.

Metodología

Se revisaron los artículos originales en inglés y castellano registrados en las bases de datos MEDLINE/Pubmed y SciELO, introduciéndose las siguientes palabras clave en sus motores de búsqueda: “accelerometers”, “children”, “adolescents”, “physical activity”, “physical activity levels”, “recess”, “physical education”, “after-school”, “school”, “high school”, “intervention”, “patterns”, “bouts”, “epoch”, “calibration”, “validation”, “accuracy”, “precision”, “cut-offs”, “cut-points”, “data analysis”. Se emplearon las conjunciones “and” y “or”. Como criterios de selección adicionales, se tuvieron en cuenta las investigaciones donde la edad de la muestra de estudio oscilase entre 3 y 19 años y que estuviesen publicados entre Enero del año 2002 y Agosto de 2013. Se excluyeron los estudios de casos, conferencias, artículos en prensa, artículos repetidos, opiniones y estudios en los que participaban personas con algún tipo de patología. En un segundo nivel de concreción, se seleccionaron los que indicasen claramente aspectos metodológicos y técnicos en el empleo de acelerómetros, como edad, población de estudio, modelo, tiempo de exposición, lugar de colocación y puntos de corte. En total se seleccionaron 133 artículos científicos.

Resultados

Se destacan a continuación los resultados más representativos de la revisión sistemática llevada a cabo, en diferentes apartados metodológicos.

Tipo de ACL

Los ACLs son pequeños instrumentos electrónicos que miden la magnitud de los cambios de la aceleración del centro de masas del cuerpo durante el movimiento²². Su resultado es expresado en una unidad adimensional denominada “counts”, que es el sumatorio de los valores absolutos de cambios de aceleración en un período o intervalo de tiempo específico, que va desde 1 a 60 segundos (este tiempo es conocido como Epoch)^{22,27}. Este nivel de aceleración respecto al movimiento, puede ser registrado en cada uno de sus tres ejes de referencia. Al respecto, en el mercado existen una variada gama de ACLs, uniaxiales, que registran aceleraciones en un solo eje, generalmente el vertical; los biaxiales, que miden dos ejes; y los triaxiales, los cuales registran el cambio de aceleración en los tres ejes en tres planos ortogonales, midiendo por separado en cada uno de ellos, así como un sumatorio total del movimiento en los 3 ejes^{5,6,17,22,28}. Hasta el 2009, los modelos de ACLs que han sido usados con mayor asiduidad en la literatura con escolares, son los uniaxiales de la marca ActiGraph (el cual también ha sido llamado CSA, MTI y WAM), Actical y Actiwatch, y el ACL triaxial RT3 que fue reemplazado por el ACL Tritrac^{6,17}. El modelo Actigraph GT1M se ha validado

con éxito para diferentes poblaciones y los datos de movimiento en su eje vertical siguen siendo los más utilizados^{2,29}. El avance de la tecnología permitió que a partir de 2010, apareciera un nuevo modelo, el ACL triaxial Actigraph GT3X, el cual almacena el movimiento en los tres ejes ortogonales, vertical (y), horizontal izquierda y derecha (x) y, horizontal adelante y atrás (z), incluyendo además el vector magnitud de los tres ejes³⁰.

A pesar de que la tecnología y el paradigma del acelerómetro son aspectos ampliamente conocidos, la validación de los nuevos modelos para la medición fiable y válida de los parámetros de la AF es un aspecto fulcral en la investigación. El objetivo de la validación, consiste según Strath y colaboradores³¹ en establecer una relación entre las señales generadas por el ACL y la cantidad de movimiento realizado. Por ello, se precisa validar la mecánica de los ACLs que se utilizan comúnmente para la evaluación de la AF en los seres humanos^{16,32}, pues la complejidad de los movimientos implica equipos que consigan registrar movimiento en 3 dimensiones, además de establecer umbrales máximos y mínimos de sensibilidad acordes con las aceleraciones de los seres humanos. Actualmente el ACL triaxial Actigraph GT3X, ya ha sido validado con niños, adultos y mayores^{30,33,34}. Adicionalmente, este equipo registra los datos en bruto (raw data) a una frecuencia de 30 a 100 Hz³⁵, lo cual aumenta las posibilidades del procesamiento de los datos; en este sentido, la gran evolución que ha experimentado el "software" permite un tratamiento de los registros mucho más rápido, simple y variable que en el pasado. Es por estos motivos que representa un instrumento de elección en la investigación con niños.

Son diversos los autores^{8,17,31,32,36,37} que indican que de manera general, no aparecen diferencias respecto a la validez y fiabilidad entre modelos para estimar AF en niños y jóvenes. Por ello, la selección del mismo depende fundamentalmente del motivo del estudio, de las características de interés respecto a la población a estudiar, del grado de aplicación, la comparación de datos con otros estudios, o si se pretende calibrar y/o validar otras herramientas de evaluación de la AF (Tabla I).

Lugar de colocación

Los ACLs pueden ser colocados en diferentes localizaciones del cuerpo del sujeto a través de una banda elástica. Trost y colaboradores³⁶ indican que deberían estar colocados lo más cerca posible del centro de masas del cuerpo. Entre los lugares más comunes destacan: la cintura, cadera derecha, la parte baja de la espalda y, en menor medida, la muñeca, el tobillo y el muslo^{8,22,36,38}. El análisis de la literatura indica que el lugar ideal con niños sería la intersección de la cadera derecha con la cintura (encima de la cresta ilíaca), ya que es el lugar más próximo al centro de gravedad, y es más cómodo que la espalda, que podría molestar al sentarse o al estar en una posición de espalda pegada a la pared o a un compañero

Tiempo de exposición/registro

El tiempo de exposición/registro del ACL hace referencia al volumen de días que el ACL estará recopilando información (normalmente se coloca el día antes de comenzar la grabación, la cual se programa/activa mediante un reloj interno desde el software). Este tiempo puede variar en función de los objetivos del estudio, desde 4 a 7 días (Tabla 1), no obstante, en jóvenes se recomienda su uso durante 7 días⁸, donde existan días lectivos y fin de semana³⁹⁻⁴⁶. Una vez descargados los datos, el registro se considera adecuado si, el niño tiene lecturas válidas de como mínimo 5 días, 4 de contexto escolar y uno de fin de semana, lo cual permitirá conocer el comportamiento general del chico. Sin embargo, este no es el único requisito temporal para tener registros válidos, también es importante el cómputo total de tiempo que se tiene puesto el ACL a lo largo de un día. Para que los valores sean válidos, se debe tener puesto un mínimo de 10 horas en días lectivos y 8 horas los días no lectivos (fiesta y/o fin de semana), lo que equivale a un 41,1% y 33,1% de todo el día respectivamente^{25,47}. Como el ACL se quita para actividades acuáticas o ducha y para dormir, en ocasiones, los niños olvidan colocarlo. Por ello, quienes no cumplan estos parámetros, no deben ser considerados como sujetos válidos, ni incluirse dentro de los sujetos de estudio en el posterior análisis de los datos. Dentro de las soluciones prácticas para informar de estos problemas, la utilización de un simple diario de registro es la más utilizada, en este se anota la hora a la que se lo quita y se lo pone, y el motivo (como puede ser dormir y realizar alguna actividad acuática); así, algunos de los registros pueden resultar válidos después de corregir los mismos (por ejemplo, un niño que haya pasado 2 horas en la piscina un fin de semana, puede no llegar a las 8 horas; u otro, que se ha pasado 6 horas en la playa).

Epochs

Los epochs hacen referencia al intervalo de tiempo en que el ACL almacena la información, que puede ir de 1 a 60 s²⁷. Según el tipo de ACL o población al que se administra se recomienda una u otra medida. Por ejemplo, en poblaciones jóvenes o niños el epoch debe ser corta duración²². Durante años, el epoch más empleado ha estado en torno a los 5 – 15 s, basado en que al ser la AF de los niños mas intermitente, si fuese mayor, se perderían datos significativos^{17,48}. Los alumnos de Infantil y Primaria (de 3 a 9 años), obtienen muchos picos de actividad a lo largo de un día, clasificada entre Moderada y Vigorosa, aunque estos no suceden de manera continua⁴⁹, por lo que es racional considerar un epoch próximo a 5 s. No obstante, esta recomendación ha cambiado desde que los nuevos ACLs permiten registrar con un epoch de 1 s⁵⁰. La elección del epoch al igual que el punto de corte adecuado es fundamental, ya que pueden influenciar significativamente los niveles de AF, en este sentido la frecuencia de almacenamiento recomendada es de 1 segundo (Tabla 1).

Tabla I
Metodología de los estudios con acelerómetros en escolares

<i>Autor</i>	<i>n</i>	<i>Edad</i>	<i>Población</i>	<i>Tipo</i>	<i>Colocación</i>	<i>Días</i>	<i>Epoch</i>	<i>Puntos de Corte</i>
Trost y cols. (2002)	375	De 7 a 15	P y S	CSA 7164 1X	CD	7D	60 s	----
Guerra et al. (2003)	157	De 8 a 16	P y S	CSA 7164 1X	CND	3D	60 s	Freedson et al. (1998)
Ekelund et al. (2004)	1292	De 9 a 10	P	CSA WAM 7164	CD	2DS y 2DFM	----	Propios
Riddoch et al. (2004)	2906	De 9 a 15	P y S	CSA MTI 7164	C	2DS y 2DFM	60 s	Trost et al. (2002)
Stewart y cols. (2004)	71	De 6 a 11	P	CSA	C	1DS	60 s	----
Treuth et al. (2004)	74	De 13 a 14	S	Actigraph MTI 7164	CD y CI	1D	30 s	Propios
Catellier et al. (2005)	436	De 13 a 14	S	---	----	Varios D	30 s	
Ekelund et al. (2005b)	481	De 16 a 17	S	MTI Actigraph	CD	7D	15 s	Propios
Mota et al. (2005)	22	De 8 a 10	P	CSA 7164 1X	CND	3DS	60 s	----
Ridgers et al. (2005)	228	De 5 a 10	P	Actigraph MTI 7164 1X	CD	1DS	5 s	Nilsson y cols. (2002)
Schmitz y cols. (2005)	74	De 13 a 14	S	2 Actigraph MTI 7164	CD y CI	1DS	30 s	----
Andersen y cols. (2006)	1732	De 9 a 15	P y S	Actigraph 7164	C	2DS y 2DFS	60 s	
Ekelund y cols. (2006)	1921	De 9 a 16	P y S	CSA WAM 7164	CD	2DS y 2DFS	60 s	----
Rowlands et al. (2006)	25	De 7 a 11	P	RT3X	CD	1DS	1 y 60 s	Propios
Ruiz et al. (2006)	780	De 9 a 10	P	MTI WAM 7164	CD	2-3DS y 1-2DFM	----	Trost y cols. (2002)
Verstraete et al. (2006)	235	De 10 a 11	P	Actigraph MTI 7164 1X	CD	1D	60 s	Trost y cols. (2002)
Wilkin et al. (2006)	522	De 6 a 10	P y Pre	CSA 1X	----	7D	60 s	----
Baquet y cols. (2007)	13	De 8 a 10	P	Actigraph 7164 1X	CD	7D	2 s	----
Nees y cols. (2007)	5500	De 11 a 12	----	MTI Actigraph 7164	---	3D	---	Propios, similares a Guinhouya y cols. (2006)
Ortega y cols. (2007)	472	De 12 a 16	S	MTI WAM 7164	E	4DS y 2DFS	60 s	Trost y cols. (2002)
Troiano et al. (2007)	6329	De 6 a 19	P y S	Actigraph 7164	CD	7D	60 s	----
Trost y cols. (2007)	147	De 6 a 10	P	Actigraph GT1M	CD	----	30 s	Freedson et al. (2005)
Wickel et al. (2007)	119	De 6 a 12	P	GT1M ActiGraph 1X	C	1DS	30 s	----

Tabla I (cont.)
Metodología de los estudios con acelerómetros en escolares

<i>Autor</i>	<i>n</i>	<i>Edad</i>	<i>Población</i>	<i>Tipo</i>	<i>Colocación</i>	<i>Días</i>	<i>Epoch</i>	<i>Puntos de Corte</i>
Evenson et al. (2008)	35	De 5 a 8	P y Pre	Actical y ActiGraph 1X AM 7164	Cint	2D	15 s	Propios
Frömel et al. (2008)	315	De 6 a 8	P	Caltrac 1X	CI	7D	----	----
Hagstömer et al. (2008)	248	De 12 a 17	S	Actigraph MTI, GT1M (1X)	E	7D	15 s	----
Moeller y cols. (2008)	902	De 8 a 16	P y S	Actigraph MTI, 7164 1X	----	5D	60 s	----
Roemmich y cols. (2008)	36	De 8 a 12	P	Biotrainer-Pro	C	7D	60 s	Guinhouya y cols. (2006) y Freedson y cols. (1998)
Rowlands y cols. (2008)	84	De 9 a 11	P	Actigraph GT1M 1X	CD	4DS y 2DFM	2 s	Trost y cols. (1998)
Sardinha y cols. (2008)	293	De 9 a 10	P	CSA Wam 6471 1X	CD	2DS y 2DFM	60 s	Ekelund y cols. (2004)
Corder y cols. (2009)	82	De 4 a 17	Prees y S	Actigraph MTI, 7164 1X y CSA	C	11D	60 s	Freedson et al. (1998)
Grontved et al. (2009)	146	De 3 a 6	Pre	Actigraph 7164	CD	5D	15 s	Pate y cols. (2006)
Mark y cols. (2009)	2498	De 8 a 17	P y S	Actigraph 7124 1X	CD	7D	60 s	Treuth y cols. (2004)
Martínez-Gómez et al. (2009a)	61	De 14 a 15	S	Actigraph MTI, GT1M 1X	----	3D	15 s	----
Martínez-Gómez et al. (2009b)	61	De 14 a 15	S	Actigraph MTI, GT1M 1X	----	3D	60 s	----
Metcalf et al. (2009)	307	De 5 a 8	P	Actigraph	Cint	7D	60 s	Modificado de Schmitz y cols. (2005)
Moliner-Urdiales et al. (2009)	365	De 12 a 18	S	ActiGraph MTI 1X	E	7D	15 s	Puyau y cols. (2002)
Rowlands y cols. (2009)	64	De 9 a 11	P	GT1M Actigraph 1X	CD	6D	2 s	Trost y cols. (1998)
Steele et al. (2009)	1862	De 9 a 10	P	Actigraph GT1M	CD	12 Semanas	5 s	Propios
Stone y cols. (2009a)	47	De 8 a 10	P	Actigraph GT1M	----	7D	2 s	Mattocks y cols. (2007) y Rowlands y cols. (2008)
Stone y cols. (2009b)	32	De 8 a 10	P	Actigraph GT1M	----	4DS y 2DFS	2 s	Mattocks et al. (2007) y Stone y cols. (2009a)
Sveinsson et al. (2009)	270	De 9 a 15	P y S	Actigraph MTI, 7164 1X	CD	6D	60 s	----
De Bock et al. (2010)	33	De 3 a 6	Prees	Actiheart	Torax subesternal	1DS	15 s	Propios

Tabla I (cont.)
Metodología de los estudios con acelerómetros en escolares

<i>Autor</i>	<i>n</i>	<i>Edad</i>	<i>Población</i>	<i>Tipo</i>	<i>Colocación</i>	<i>Días</i>	<i>Epoch</i>	<i>Puntos de Corte</i>
España-Romero y cols. (2010)	3528	De 12 a 18	S	Actigraph GT1M 1X	---	---	---	Ekelund y cols. (2007) y Nilsson y cols. (2009)
Martínez-Gómez y cols. (2011)	1808	De 12 a 18	S	ActiGraph GT1M 1X	C	7D	15 s	Ekelund y cols. (2007) y Nilsson y cols. (2009)
Ortega y cols. (2010)	1075	De 9 a 15	P y S	MTI WAM 7164	CD	3D	60 s	Trost y cols. (2002)
Moliner-Urdiales et al. (2010)	363	De 12 a 18	S	ActiGraph MTI 1X	E	7D	15 s	Modificados de Andersen et al. (2006)
Ridgers y cols. (2010)	98	De 9 a 12	P	Actigraph 7164 1X	C	3D	5 s	---
Silva et al. (2010)	208	De 12 a 18	S	ActiGraph MTI 7164	CD	7D	60 s	Freedson et al. (2005)
Aznar y cols. (2011)	221	De 9 a 15	P y S	ActiGraph MTI GT1M	Cint	4D (2FS y 2DS)	15 s	Andersen y cols. (2006)
Bornstein et al. (2011)	419	De 3 a 6	Prees	ActiGraph 7146	CD	14D	15 s	Pate et al. (2006); Sirard y cols. (2005); Puyau y cols. (2002); VanCauwengerghe et al. (2011); Freedson et al. (1998; 2005)
Bundy et al. (2011)	216	De 5 a 7	Pre y P	GT3X ActiGraph 3X	CD	5DS	5 s	---
Escalante et al., (2011)	783	De 6 a 11	P	Caltrac 1X	C	1 Recreo	---	---
García-Marco y cols. (2011)	373	De 12 a 18	S	Actigraph GT1M	E	7D	15 s	Andersen y cols. (2006)
Holman y cols. (2011)	2754	De 6 a 19	P y S	Actigraph 7164 1X	CD	7D	60 s	Freedson y cols. (2005)
Huberty et al. (2011)	93	De 8 a 11	P	GT1M ActiGraph 1X	---	5DS	5 s	---
Janssen et al. (2011)	1200	De 6 a 12	P	ActiGraph ActiTrainer 3X	---	15D	1 s	---
Laguna y cols. (2011)	438	Alrededor de 9	P	MTI GT1M CSA ActiGraph	CD	2DS y 2DFM	15 s	Propios
Martínez-Gómez y cols. (2011)	1808	De 12 a 18	S	ActiGraph GT1M	C	7D	15 s	Ekelund y cols. (2007)
Moliner-Urdiales et al. (2011)	363	De 12 a 18	S	ActiGraph MTI 1X	E	7D	15 s	---
Meyer y cols. (2011)	676	De 9 a 10	P	MTI/CSA 7164 y GT1M Actigraph 1X	C	4-7D	15 y 60 s	Ekelund et al. (2004)

Tabla I (cont.)
Metodología de los estudios con acelerómetros en escolares

<i>Autor</i>	<i>n</i>	<i>Edad</i>	<i>Población</i>	<i>Tipo</i>	<i>Colocación</i>	<i>Días</i>	<i>Epoch</i>	<i>Puntos de Corte</i>
Nielsen et al. (2011)	594	De 6 a 10	Pre y P	Actigraph MTI 7164	----	2DS y 2DFM	10 s	Mattocks y cols. (2007); Puyau et al. (2002); Sirard y cols. (2005); Treuth y cols. (2004); Trost et al. (1998)
Ottevaere et al. (2011)	2018	De 12,5 a 17,5	S	Actigraph MTI	E	7D	15 s	Sardinha et al. (2008)
Pulsford et al. (2011)	55	De 7 a 8	P	Actigraph GT1M 1X	CD	1D	15 s	Propios
Rigders et al. (2011)	210	De 8 a 11	P	GT1M ActiGraph 1X	Cint	7D	5 s	Freedson y cols. (1997)
Ruiz y cols. (2011)	2200	De 12 a 17	S	ActiGraph MTI GT1M	E	7D	15 s	Andersen et al. (2006)
Trost et al. (2011)	206	De 5 a 15	P y S	ActiGraph GT1M	CD	1D	1 s	Freedson y cols. (2005); Puyau y cols. (2002); Treuth y cols. (2004); Mattocks y cols. (2007); Evenson y cols. (2008)
Zaragoza y cols. (2011)	67	De 12 a 14	S	MTI 7164	Cint	7D	15 s	Treuth y cols. (2004)
Aibar y cols. (2012)	401	De 13 a 15	S	GT3X	CD	7D	15 s	Evenson y cols. (2008)
Aelterman (2012)	739	De 11 a 19	S	Actigraph 7164 1X, GT1M 3X y GT3X	C	46 clases EF	60 s	Puyau y cols. (2002)
Augustin et al. (2012)	6567	De 12 a 14	S	ActiGraph MTI GT1M	----	7D	60 s	Mattocks et al. (2007)
Bailey y cols. (2012)	100	De 10 a 14	P y S	RT3X	----	7D	----	Rowlands y cols. (2004)
Baptista y cols. (2012)	818	De 10 a 17	P y S	ActiGraph GT1M	CD	2DS y 2FS	15 s	Troiano y cols. (2008)
Ceroni et al. (2012)	100	De 10 a 16	S	ActiGraph MTI GT1M	CD	10D	60 s	Ekelund et al. (2004)
Fairclough y cols. (2012)	223	De 10 a 11	P	ActiGraph MTI GT1M	CD	7D	---	---
Kremer et al. (2012)	272	De 14 a 15	P y S	ActiGraph GT1M	Cint	218 clases EF	60 s	Propios
Martínez-Martínez et al. (2012)	32	De 11 a 12	P	ActiGraph GT1M	Cint D	7D	5 s	Andersen et al. (2006)
Perlman (2012)	69	---	S	GT1M ActiGraph 1X	CD	----	30 s	Trost et al. (2002)
Raustorp y cols. (2012)	50	De 4 a 6	Prees	GT1M ActiGraph 7164	Cint	5D	15 s	Sirard y cols. (2005)

Tabla I (cont.)
Metodología de los estudios con acelerómetros en escolares

Autor	n	Edad	Población	Tipo	Colocación	Días	Epoch	Puntos de Corte
Van Cauwenberghe et al. (2012)	573	De 5 a 6	Prees	GT1M ActiGraph 1X	CD	35 clases EF	15 s	Van Cauwenberghe et al. (2011)
Verloigne et al. (2012)	686	De 10 a 12	P y S	GT1M 1X, GT3X 3X y Actitrainer 3X	CD	4DS y 2 DFS	15 s	Treuth et al. (2004)
Adams y cols. (2013)	2217	De 6 a 17	P y S	ActiGraph 7164 1X	CD	7D	60 s	Freedson y cols. (2000); Evenson y cols (2008)
Denker et al. (2013)	167	De 7 a 13	P y S	ActiGraph MTI 7164	CD	4D	10 s	Propios
Denton y cols. (2013)	135	De 11 a 13	P	RT3X	---	7D	60 s	Rowlands y cols. (2004)
Janssen et al. (2013)	745	De 6 a 19	P y S	Actical	CD	7D	---	Puyau et al. (2000)
Jiménez-Pavón y cols. (2013)	2025	De 6 a 9	P	Actigraph 1x, MTI GT1M	CD	Al menos 3 D (2DS y 1DFS)	15 s	Propios
Lee y cols. (2013)	4069	Mayores de 6	P	ActiGraph 7164	CD	7D	60 s	---
Morris y cols. (2013)	378	De 7 a 11	P	ActiGraph 1X GT1M	---	7D	5 s	Freedson y cols. (1997)
O'Connor et al. (2013)	15	De 3 a 5	Pre	GT3X	C	1D	30 s	---
Santos y cols. (2013)	2506	De 10 a 18	P y S	Actigraph GT1M	CD	2DS y 1 FS	15 s	Trost y cols. (2002)
Santos-Lozano et al. (2013)	31	De 12 a 16	P y S	GT3X	CD	1D	1 s	Propios

AF: Actividad Física; s: Segundos; S: Intensidad Sedentaria; L: Intensidad Ligera; M: Intensidad Moderada; V: Intensidad Vigorosa; MV: Intensidad desde Moderada a Vigorosa; Pre: Preescolares; P: Primaria; S: Secundaria; 1X:Uniaxial; 3X:Triaxial; C: Cadera; CD: Cadera Derecha; CI: Cadera Izquierda; E: Parte baja de Espalda; Cintura: Cint; CND: Cadera no dominante; D: Días; DS: Días semanales; DFS: Días Fin de semana; EF: Educación Física; s: segundos.

Puntos de corte o Cutoffs Points

La información que aporta el ACL sobre la intensidad de la AF se realiza por medio de la unidad "Counts" por minuto, que permite clasificar la actividad del sujeto (*Cutoffs Points*) en Sedentaria, Ligera, Moderada y Vigorosa, siendo menos empleado el nivel Muy Vigoroso⁶. Esta clasificación va a depender del tipo de población en concreto, siendo los valores numéricos muy diferentes si se trata de adultos, jóvenes y/o niños. Sin embargo, la selección de estos valores de corte continúa en debate, pues la utilización de unos u otros puede condicionar sustancialmente los resultados del estudio. Concretamente, en el cumplimiento de las recomendaciones de AF, los valores pueden verse influenciados por el punto de corte y

epoch empleado⁴⁶. Por ejemplo, no todos los autores definen la opción de Muy Vigorosa, a pesar de ser una zona muy recomendada cuando se llevan a cabo estudios con niños, por el carácter propio de su actividad diaria. En otro estudio, comparando los diferentes puntos de corte más empleados en niños, se indica que las ecuaciones de Freedson/Trost y Evenson muestran mejor precisión que las otras, siendo especialmente interesante la propuesta por Evenson para el modelo ActiGraph en escolares⁵¹. Aunque la investigación con acelerometría en los últimos años³⁰, ha podido generar una falta de consenso⁵¹, no es menos cierto que también ha provocado que los puntos de corte se hayan definido mejor según edades concretas^{44,52-54}. En la tabla II, se indican los puntos de corte establecidos para uso en escolares.

Tabla II
Puntos de Corte empleados con escolares Puntos de Corte empleados con escolares

Autor	AF S	AF L	Freestyle	AF M	AF V	AF MV	Unidad
Freedson y cols. (1998)	0 - 99	100 - 759	760 - 1951	1952 - 5724	5725 - 9498	9498	counts·min ⁻¹
Steele y cols. (2009)	0 - 100	101 - 1999		2000 - 3999	4000		counts·min ⁻¹
Pate y cols. (2006)	0 - 799	800 - 1679		1680 - 3367	3368		counts·min ⁻¹
Nilsson y cols. (2002)				1956 - 5759	5760 - 9479	9480	counts·min ⁻¹
Puyau et al. (2002)	0 - 799	800 - 3199		3200 - 8199	8120		counts·min ⁻¹
Ekelund et al. (2004)	0 - 499	500 - 1999		2000 - 2999	3000		counts·min ⁻¹
Treuth y cols. (2004)		0 - 100		101 - 2999	3000 - 5200	5200	counts·min ⁻¹
Freedson y cols. (2005)	0 - 149	150 - 499		500 - 3999	4000 - 8000		counts·min ⁻¹
Sirard y cols. (2005) ^{*1}	0 - 1592	1593 - 3560		3561 - 5016	5017		counts·min ⁻¹
Mattocks y cols. (2007)	0 - 100	101 - 3580		3581 - 6129	6130		counts·min ⁻¹
Evenson y cols. (2008)	0 - 100	100 - 2295		2296 - 4012	4013		counts·min ⁻¹
Pulsford y cols. (2011)	0 - 100	101 - 2240		2241 - 3840	3841		counts·min ⁻¹
Trost y cols. (2011)	0 - 195	196 - 1672		1673			counts·min ⁻¹
Van Cauwenberghe y cols. (2011) ^{*1}	0 - 1488	1489 - 2336		2337 - 3520	3521		counts·min ⁻¹
Kremer y cols. (2012)	0 - 100	101 - 2000		2001 - 4999	5000 - 7999	8001	counts·min ⁻¹
Denker y cols. (2013)		0 - 1000		101 - 3499	3500		counts·min ⁻¹
Media	0 - 471	409 - 1928	760 - 1951	1949 - 4537	4533 - 8035	8045	

AF: Actividad Física; min: minutos; s: Segundos; S: Intensidad Sedentaria; L: Intensidad Ligera; M: Intensidad Moderada; V: Intensidad Vigorosa; MV: Intensidad desde Moderada a Vigorosa.

*1: Estas unidades fueron inicialmente descritas en counts·15 s⁻¹ y transformadas a counts·min⁻¹.

Discusión

La revisión de los diferentes estudios revisados ha posibilitado tener una perspectiva más concreta de la medición objetiva de la AF con acelerómetros con sujetos en edad escolar. A nivel general, no se observa unos criterios metodológicos uniformes a la hora de planificar la puesta de acelerómetros, recoger o analizar los datos a través de las diferentes investigaciones³¹. No obstante, sí que aparecen ciertas tendencias o criterios similares durante los mismos. A pesar de que no exis-

te una evidencia contrastada respecto a que una marca y modelo de acelerómetro sea más válida y fiable que otra³⁶, los estudios han seleccionado fundamentalmente el modelo Actigraph; apareciendo una gran gama de modelos en los estudios analizados, además del empleo de uniaxiales y triaxiales. Si, parece coherente que el acelerómetro triaxial GT3X va ser el más utilizado en un futuro a corto plazo, ya que registra la AF en los tres ejes cartesianos, aumentando la precisión en la valoración de la AF. Para el lugar de colocación del mismo, a pesar de que unos pocos estudios lo han empleado, se

indica que los acelerómetros no han de colocarse en la muñeca o tobillo³⁶. Los estudios indican que suele colocarse en la cintura mediante una banda elástica ajustable, en la cadera derecha, ya que parece ser un sitio adecuado para registrar las aceleraciones del centro de masas, y no impide una AF habitual. Respecto al tiempo de registro de la AF, se indica que este tipo de población necesita un mayor tiempo de exposición respecto a adultos³⁶. La mayoría de estudios indican que están al menos 5 días con el acelerómetro puesto (4 durante la semana y 1 de fin de semana). La idea más sensata al respecto en la mayoría de estudios, ha sido registrar la AF durante 7 días, para contemplar la AF total de la semana. De esta manera, es posible conocer patrones de AF durante la semana (contemplando la AF escolar y extraescolar) y fin de semana (posibles competiciones), permitiendo comparar entre ambos. Por otro lado, se ha sugerido que un epoch de 1 minuto de duración pueden subestimar los niveles de AFMV³⁶. Al respecto, la mayoría de los estudios analizados tienden a seleccionar un epoch de 15 s o inferior, este hecho probablemente esté condicionado por el tipo de AF desarrollada por esta población, que suele ser esporádica e intermitente, registrando de manera más precisa estos cambios en los niveles de AF. No se observan estos puntos en común con los puntos de corte empleados, se aprecia una gran heterogeneidad en los mismos, llegando incluso muchos estudios a plantear sus propios puntos de corte. El motivo principal para la elección de unos u otros puntos, debería estar fundamentada en la edad concreta de la muestra de estudio.

A pesar de los avances en la medición objetiva de la AF, sería interesante incluir en futuros estudios las siguientes propuestas, ya que hay elementos que no han sido analizados de manera suficiente en las publicaciones. Entre ellos, se destacan los factores que influyen en el tiempo que los participantes llevan puesto los acelerómetros y el sesgo que puede aparecer en la muestra por la eliminación de participantes durante el procesamiento de los datos de los acelerómetros. Las futuras actuaciones deben ir enfocadas a evitar en la medida de lo posible la pérdida de sujetos por no llevar el acelerómetro o no cumplir con los criterios mínimos establecidos. Además, indagar en lo relativo al por qué esos sujetos no han cumplido con estos criterios mínimos para evitar el sesgo puede ser también interesante y no se ha contemplado en la literatura. Para ello, estudiar aspectos socioculturales y ambientales podría arrojar algo de información y ayuda al respecto. Además, en determinadas situaciones podría ser interesante combinar los acelerómetros con la observación directa con el fin de conocer el contexto y tipo de actividad realizada (si el sujeto está sentado, corriendo, etc), lo cual ha sido tenido en cuenta en algunos estudios. Adicionalmente, la literatura demanda el establecer unos criterios uniformes respecto a los puntos de corte; y en menor medida el resto de aspectos metodológicos. Para finalizar, se indica que es necesaria una planificación cuidadosa y utilizar estrategias adecuadas en fun-

ción de los objetivos de estudio. Al respecto, podría ser interesante que los grupos de investigación trabajasen de manera conjunta, en vez de unilateral, para así impulsar el progreso y el uso objetivo de acelerómetros en diversas poblaciones³¹.

Conclusiones

La acelerometría se presenta como una herramienta sencilla y práctica para cuantificar y conocer de una manera más detallada estos niveles y patrones de AF con sujetos en edad escolar. Durante la última década ha mejorado de forma significativa la tecnología y las aplicaciones de “software” del ACL, lo cual posibilita una mayor precisión y volumen de datos; esto ha ampliado las posibilidades de análisis pero también la necesidad de un conocimiento más profundo. Se ha observado a lo largo de los estudios analizados, que parece existir unos ciertos parámetros comunes en la metodología empleada para cuantificar la AF mediante acelerometría con escolares. Los investigadores tienen a usar acelerómetros Actigraph (en un futuro próximo el modelo triaxial), con un epoch de 15 s o menos, que se suele colocar en la cadera derecha durante al menos 5 días hasta una media de 7, incluyendo el fin de semana. No hubo criterios uniformes respecto a los puntos de corte, los cuales van a depender fundamentalmente de edad de la muestra escolar. En base a lo anterior, no existe uniformidad en los criterios técnicos empleados en cada uno de los apartados metodológicos en el uso de acelerómetros.

Referencias

1. Andersen LB, Harro M, Sardinha LB, Froberg K, Ekelund U, Brage S, et al. Physical activity and clustered cardiovascular risk in children: a cross-sectional study (The European Youth Heart Study). *The Lancet* 2006;368(9532):299-304.
2. Kozey SL, Lyden K, Howe CA, Staudenmayer JW, Freedson PS. Accelerometer output and MET values of common physical activities. *Medicine and science in sports and exercise* 2010;42(9):1776-84.
3. Janssen I, LeBlanc AG. Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 2010;7(40):1-16.
4. Janssen I, Wong SL, Colley R, Tremblay MS. The fractionalization of physical activity throughout the week is associated with the cardiometabolic health of children and youth. *BMC public health* 2013;13(554):1-8.
5. Chen KY, Bassett Jr DR. The technology of accelerometry-based activity monitors: current and future. *Medicine and science in sports and exercise* 2005;37(11 Suppl):S490.
6. Freedson PS, Pober D, Janz KF. Calibration of accelerometer output for children. *Medicine and science in sports and exercise* 2005;37(11 Suppl):S523.
7. Butte NF, Ekelund U, Westerterp KR. Assessing physical activity using wearable monitors: measures of physical activity. *Medicine and science in sports and exercise* 2012;44(1):S5-S12.
8. Plasqui G, Bonomi A, Westerterp K. Daily physical activity assessment with accelerometers: new insights and validation studies. *Obesity Reviews* 2013;14:451-62.

9. Taylor HL, Buskirk E, Henschel A. Maximal oxygen intake as an objective measure of cardio-respiratory performance. *J Appl Physiol* 1955;8(1):73-80. Epub 1955/07/01.
10. Ramsbottom R, Brewer J, Williams C. A progressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake. *Br J Sports Med* 1988;22(4):141-4. Epub 1988/12/01.
11. Leger L, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of sports sciences* 1988;6(2):93-101.
12. Raven PB, Gettman LR, Pollock ML, Cooper KH. A physiological evaluation of professional soccer players. *Br J Sports Med* 1976;10(4):209-16. Epub 1976/12/01.
13. Armstrong N, Bray S. Physical activity patterns defined by continuous heart rate monitoring. *Archives of disease in childhood* 1991;66(2):245-7.
14. Simons-Morton BG, Taylor WC, Snider SA, Huang IW. The physical activity of fifth-grade students during physical education classes. *American Journal of Public Health* 1993;83(2):262-4.
15. Kilanowski CK, Consalvi AR, Epstein LH. Validation of an electronic pedometer for measurement of physical activity in children. *Pediatric Exercise Science* 1999;11:63-8.
16. Welk G, McClain J, Ainsworth B. Protocols for evaluating equivalency of accelerometer-based activity monitors. *Medicine and science in sports and exercise* 2012;44(1 Suppl 1):S39.
17. Rowlands AV. Accelerometer assessment of physical activity in children: an update. *Pediatric Exercise Science* 2007a;19(3):252.
18. Dollman J, Okely AD, Hardy L, Timperio A, Salmon J, Hills AP. A hitchhiker's guide to assessing young people's physical activity: Deciding what method to use. *Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia* 2009;12(5):518-25. Epub 2008/11/29.
19. Bornstein DB, Beets MW, Byun W, Welk G, Bottai M, Dowda M, et al. Equating accelerometer estimates of moderate-to-vigorous physical activity: In search of the Rosetta Stone. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2011;14(5):404-10.
20. Kim Y, Beets MW, Welk GJ. Everything you wanted to know about selecting the "right" Actigraph accelerometer cut-points for youth, but...: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2012;15:311-21.
21. Intille S, Lester J, Sallis J, Duncan G. New horizons in sensor development. *Medicine and science in sports and exercise* 2012;44(1 Suppl 1):S24.
22. Cliff DP, Reilly JJ, Okely AD. Methodological considerations in using accelerometers to assess habitual physical activity in children aged 0-5 years. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2009;12(5):557-67.
23. Reilly JJ, Penpraze V, Hislop J, Davies G, Grant S, Paton JY. Objective measurement of physical activity and sedentary behaviour: review with new data. *Arch Dis Child* 2008;93(7):614-9. Epub 2008/02/29.
24. Corder K, Ekelund U, Steele R, Wareham N, Brage S. Assessment of physical activity in youth. *Journal of applied physiology* 2008;105(3):862-70.
25. Stratton G. Children's heart rates during physical education lessons: a review. *Pediatric Exercise Science* 1996;8:215-33.
26. Fairclough S, Stratton G. Physical activity levels in middle and high school physical education: a review. *Pediatric Exercise Science* 2005;17(3):217-36.
27. Heil D, Brage S, Rothney M. Modeling physical activity outcomes from wearable monitors. *Medicine and science in sports and exercise* 2012;44(1 Suppl 1):S50.
28. Den Hoed M, Westertep KR. Body composition is associated with physical activity in daily life as measured using a triaxial accelerometer in both men and women. *International Journal of Obesity* 2008;32(8):1264-70.
29. Ceroni D, Martin X, Lamah L, Delhumeau C, Farpour-Lambert N, De Coulon G, et al. Recovery of physical activity levels in adolescents after lower limb fractures: a longitudinal, accelerometer-based activity monitor study. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2012;13(1):131-9.
30. Baptista F, Santos DA, Silva AM, Mota J, Santos R, Vale S, et al. Prevalence of the Portuguese population attaining sufficient physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 2012;44(3):466-73.
31. Strath SJ, Pfeiffer KA, Whitt-Glover MC. Accelerometer use in children, older adults, and adults with functional limitations. *Med Sci Sports Exerc* 2012;44(1 suppl):S77-85.
32. Garatachea N, Torres Luque G, González Gallego J. Physical activity and energy expenditure measurements using accelerometers in older adults. *Nutrición Hospitalaria* 2010;25(2):224-30.
33. Santos-Lozano A, Marín PJ, Torres-Luque G, Ruiz JR, Lucia A, Garatachea N. Technical variability of the GT3X accelerometer. *Medical engineering & physics* 2012a;34(6):787-90.
34. Santos-Lozano A, Santín-Medeiros F, Cardon G, Torres-Luque G, Bailón R, Bergmeir C, et al. Actigraph GT3X: Validation and Determination of Physical Activity Intensity Cut Points. *International journal of sports medicine* 2013;34(11):975-82.
35. Rowlands A, Stiles V. Accelerometer counts and raw acceleration output in relation to mechanical loading. *Journal of biomechanics* 2012;45(3):448-54.
36. Trost SG, McIver KL, Pate RR. Conducting accelerometer-based activity assessments in field-based research. *Medicine and science in sports and exercise* 2005;37(11 Suppl):S531.
37. Robusto KM, Trost SG. Comparison of three generations of ActiGraph™ activity monitors in children and adolescents. *Journal of sports sciences* 2012;30(13):1429-35.
38. Matthews CE, Hagströmer M, Pober DM, Bowles HR. Best practices for using physical activity monitors in population-based research. *Med Sci Sports Exerc* 2012;44(1 suppl):S68-76.
39. Ridgers ND, Stratton G, McKenzie TL. Reliability and validity of the system for observing children's activity and relationships during play (SOCARP). *Journal of physical activity & health* 2010;7(1):17-25.
40. Ottevaere C, Huybrechts I, De Bourdeaudhuij I, Sjöström M, Ruiz JR, Ortega FB, et al. Comparison of the IPAQ-A and actigraph in relation to VO2max among European adolescents: the HELENA study. *Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia* 2011;14(4):317-24. Epub 2011/03/30.
41. Ruiz JR, Ortega FB, Martínez-Gómez D, Labayen I, Moreno LA, De Bourdeaudhuij I, et al. Objectively Measured Physical Activity and Sedentary Time in European Adolescents The HELENA Study. *American journal of epidemiology* 2011a;174(2):173-84.
42. Aadland E, Steene-Johannessen J. The use of individual cut points from treadmill walking to assess free-living moderate to vigorous physical activity in obese subjects by accelerometry: is it useful? *BMC medical research methodology* 2012;12(1):172-80.
43. Augustin NH, Mattocks C, Cooper AR, Ness AR, Faraway JJ. Modelling fat mass as a function of weekly physical activity profiles measured by Actigraph accelerometers. *Physiological measurement* 2012;33(11):1831-9.
44. Kremer MM, Reichert FF, Hallal PC. Intensity and duration of physical efforts in Physical Education classes. *Revista de Saúde Pública* 2012;46(2):320-6.
45. Verloigne M, Van Lippevelde W, Maes L, Yıldırım M, Chinapaw M, Manios Y, et al. Levels of physical activity and sedentary time among 10-to 12-year-old boys and girls across 5 European countries using accelerometers: an observational study within the ENERGY-project. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 2012;9:34-42.
46. Ojiambo R, Cuthill R, Budd H, Konstabel K, Casajus JA, González-Agüero A, et al. Impact of methodological decisions on accelerometer outcome variables in young children. *International Journal of Obesity* 2011;35:S98-S103.
47. Yıldırım M, Verloigne M, De Bourdeaudhuij I, Androustos O, Manios Y, Felsó R, et al. Study protocol of physical activity and sedentary behaviour measurement among schoolchildren by accelerometry-Cross-sectional survey as part of the ENERGY-project. *BMC public health* 2011;11(1):182.
48. Dorsey K, Herrin J, Krumholz H, Irwin M. The utility of shorter epochs in direct motion monitoring. *Research quarterly for exercise and sport* 2009;80(3):460-8. Epub 2009/10/02.
49. (NASPE) NAFSPE. Active start: a statement of physical activity guidelines for children birth to five years. Reston, VA: NASPE Publications; 2002.

50. Sallis JF, McKenzie TL, Kolody B, Lewis M, Marshall S, Rosingard P. Effects of health-related physical education on academic achievement: Project SPARK. *Research quarterly for exercise and sport* 1999;70(2):127-34.
51. Trost SG, Loprinzi PD, Moore R, Pfeiffer KA. Comparison of accelerometer cut points for predicting activity intensity in youth. *Medicine and science in sports and exercise* 2011;43(7):1360-8.
52. Treuth M, Schmitz K, Catellier D, McMurray R, Murray D, Almeida M, et al. Defining accelerometer thresholds for activity intensities in adolescent girls. *Medicine and science in sports and exercise* 2004;36(7):1259.
53. Evenson KR, Catellier DJ, Gill K, Ondrak KS, McMurray RG. Calibration of two objective measures of physical activity for children. *Journal of sports sciences* 2008;24(14):1557-65.
54. Laguna MLN, Hernández MTL, Laín SA. Patronos de Actividad Física en función del género y los niveles de obesidad en población infantil española. Estudio EYHS1. *Revista de Psicología del Deporte* 2011;20(2):621-36.
55. Ekelund U, Sardinha LB, Anderssen SA, Harro M, Franks PW, Brage S, et al. Associations between objectively assessed physical activity and indicators of body fatness in 9- to 10-year-old European children: a population-based study from 4 distinct regions in Europe (the European Youth Heart Study). *Am J Clin Nutr* 2004;80(3):584-90. Epub 2004/08/24.
56. Guerra S, Santos P, Ribeiro J, Duarte J, Mota J. Assessment of children's and adolescents' physical activity levels. *European Physical Education Review* 2003;9(75):75-85.
57. Ekelund U, Neovius M, Linné Y, Brage S, Wareham NJ, Rössner S. Associations between physical activity and fat mass in adolescents: the Stockholm Weight Development Study. *The American journal of clinical nutrition* 2005b;81(2):355-60.
58. Schmitz K, Treuth M, Hannan P, McMurray R, Ring K, Catellier D, et al. Predicting energy expenditure from accelerometry counts in adolescent girls. *Medicine and science in sports and exercise* 2005;37(1):155-61.
59. Rowlands AV, Powell SM, Humphries R, Eston RG. The effect of accelerometer epoch on physical activity output measures. *Journal of Exercise Science and Fitness* 2006;4(1):52-8.
60. Frömel K, Stelzer J, Groffik D, Ernest J. Physical activity of children ages 6–8: The beginning of school attendance. *Journal of Research in Childhood Education* 2008;23(1):29-40.
61. Moeller N, Korsholm L, Kristensen P, Andersen L, Wedderkopp N, Froberg K. Unit-specific calibration of Actigraph accelerometers in a mechanical setup—Is it worth the effort? The effect on random output variation caused by technical inter-instrument variability in the laboratory and in the field. *BMC medical research methodology* 2008;8(19):1-8.
62. De Bock F, Menze J, Becker S, Litaker D, Fischer J, Seidel I. Combining accelerometry and HR for assessing preschoolers' physical activity. *Medicine and science in sports and exercise* 2010;42(12):2237-43.
63. Bundy A, Naughton G, Tranter P, Wyver S, Baur L, Schiller W, et al. The sydney playground project: popping the bubblewrap—unleashing the power of play: a cluster randomized controlled trial of a primary school playground-based intervention aiming to increase children's physical activity and social skills. *BMC public health* 2011;11(680):1-14.
64. Janssen M, Toussaint HM, Van Willem M, Verhagen EALM. PLAYgrounds: Effect of a PE playground program in primary schools on PA levels during recess in 6 to 12 year old children. Design of a prospective controlled trial. *BMC public health* 2011;11(282):1-8.
65. Nielsen G, Pfister G, Andersen LB. Gender differences in the daily physical activities of Danish school children. *European Physical Education Review* 2011;17(1):69-90.
66. Pulsford R, Cortina-Borja M, Rich C, Kinnafick F, Dezateaux C, Griffiths L. Actigraph Accelerometer-Defined Boundaries for Sedentary Behaviour and Physical Activity Intensities in 7 Year Old Children. *PLOS ONE* 2011;6(8):1-9.
67. Perlman D. The influence of the Sport Education Model on unmotivated students' in-class physical activity. *European Physical Education Review* 2012;18(3):335-45.
68. Stewart JA, Dennison DA, Kohl HW, Doyle JA. Exercise level and energy expenditure in the TAKE 10! in-class physical activity program. *The Journal of school health* 2004;74(10):397-400. Epub 2005/02/24.
69. Puyau MR, Adolph AL, Vohra FA, Butte NF. Validation and calibration of physical activity monitors in children. *Obesity research* 2002;10(3):150-7.
70. Freedson PS, Melanson E, Sirard J. Calibration of the Computer Science and Applications, Inc. accelerometer. *Medicine and science in sports and exercise* 1998;30(5):1-5.
71. Nilsson A, Ekelund U, Yngve A, Sjoström M. Assessing physical activity among children with accelerometers using different time sampling intervals and placements. *Pediatric Exercise Science* 2002;14(1):87-96.
72. Sirard JR, Trost SG, Pfeiffer KA, Dowda M, Pate RR. Calibration and evaluation of an objective measure of physical activity in preschool children. *Journal of physical activity & health* 2005;9:85-96.
73. Mattocks C, Leary S, Ness A, Deere K, Saunders J, Tilling K, et al. Calibration of an accelerometer during free-living activities in children. *International Journal of Pediatric Obesity*. 2007;2(4):218-26.
74. Van Cauwenberghe E, Labarque V, Trost S, de Bourdeaudhuij I, Cardon G. Calibration and comparison of accelerometer cut points in preschool children. *International journal of pediatric obesity: IJPO: an official journal of the International Association for the Study of Obesity* 2011;6(2-2):e582.
75. Catellier DJ, Hannan PJ, Murray DM, Addy CL, Conway TL, Yang S, et al. Imputation of missing data when measuring physical activity by accelerometry. *Medicine and science in sports and exercise* 2005;37(11 Suppl):S555.
76. Moeller N, Korsholm L, Kristensen P, Andersen L, Wedderkopp N, Froberg K. Unit-specific calibration of Actigraph accelerometers in a mechanical setup—Is it worth the effort? The effect on random output variation caused by technical inter-instrument variability in the laboratory and in the field. *BMC medical research methodology* 2008;8(19):1-8.
77. Raustorp A, Söderström M, Boldemann C. Accelerometer Measured Level of Physical Activity Indoors and Outdoors During Preschool time in Sweden and United States. *Journal of physical activity & health* 2012; 9:801-808.
78. Lee PH. Data imputation for accelerometer-measured physical activity: the combined approach. *The American journal of clinical nutrition* 2013; 9:965-71.
79. Adams MA, Johnson WD, Tudor-Locke C. Steps/day translation of the moderate-to-vigorous physical activity guideline for children and adolescents. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 2013;10(49):1-8.
80. Sardinha LB, Baptista F, Ekelund U. Objectively measured physical activity and bone strength in 9-year-old boys and girls. *Pediatrics* 2008;122(3):e728-e36.
81. Denton SJ, Trenell MI, Plötz T, Savory LA, Bailey DP, Kerr CJ. Cardiorespiratory fitness is associated with hard and light intensity physical activity but not time spent sedentary in 10–14 year old schoolchildren: the HAPPY study. *Plos One* 2013;8(4):e61073.
82. Aibar A, Bois JE, Generelo E, Zaragoza Casterad J, Paillard T. A cross-cultural study of adolescents' physical activity levels in France and Spain. *European Journal of Sport Science* 2013a;13(5):551-8.
83. Aibar A, Bois JE, Zaragoza Casterad J, Generelo E, Paillard T, Fairclough S. Weekday and weekend physical activity patterns of French and Spanish adolescents. *European Journal of Sport Science* 2013b(ahead-of-print):1-10.
84. Zaragoza Casterad J, Generelo E, Aznar S, Abarca-Sos A, Julián JA, Mota J. Validation of a short physical activity recall questionnaire completed by Spanish adolescents. *European Journal of Sport Science* 2012;12(3):283-91.
85. Morris JG, Gorely T, Sedgwick MJ, Nevill A, Nevill ME. Effect of the Great Activity Programme on healthy lifestyle behaviours in 7–11 year olds. *Journal of sports sciences* 2013;31(12):1280-93.
86. Janssen M, Toussaint HM, Van Willem M, Verhagen EALM. PLAYgrounds: Effect of a PE playground program in primary

- schools on PA levels during recess in 6 to 12 year old children. Design of a prospective controlled trial. *BMC public health* 2011;11(282):1-9.
87. Fairclough S, Hilland T, Stratton G, Ridgers N. 'Am I able? Is it worth it?' Adolescent girls' motivational predispositions to school physical education: Associations with health-enhancing physical activity. *European Physical Education Review* 2012;18(2):147-58.
 88. Rowlands AV, Pilgrim EL, Eston RG. Seasonal changes in children's physical activity: an examination of group changes, intra-individual variability and consistency in activity pattern across season. *Annals of human biology* 2009;36(4):363-78.
 89. Rowlands AV, Pilgrim EL, Eston RG. Patterns of habitual activity across weekdays and weekend days in 9-11-year-old children. *Preventive Medicine* 2008;46(4):317-24.
 90. Bailey DP, Boddy LM, Savory LA, Denton SJ, Kerr CJ. Associations between cardiorespiratory fitness, physical activity and clustered cardiometabolic risk in children and adolescents: the HAPPY study. *European journal of pediatrics* 2012;171(9):1317-23.
 91. Moliner-Urdiales D, Ruiz JR, Vicente-Rodriguez G, Ortega FB, Rey-Lopez JP, España-Romero V, et al. Associations of muscular and cardiorespiratory fitness with total and central body fat in adolescents: The HELENA Study. *British Journal of Sports Medicine* 2011;45(2):101-8.
 92. Martinez-Gomez D, Ruiz JR, Ortega FB, Casajús JA, Veiga OL, Widhalm K, et al. Recommended levels and intensities of physical activity to avoid low-cardiorespiratory fitness in European adolescents: The HELENA study. *American Journal of Human Biology* 2010;22(6):750-6.
 93. Martinez-Gomez D, Ortega FB, Ruiz JR, Vicente-Rodriguez G, Veiga OL, Widhalm K, et al. Excessive sedentary time and low cardiorespiratory fitness in European adolescents: the HELENA study. *Archives of disease in childhood* 2011;96:240-6.
 94. España-Romero V, Ortega F, Ruiz J, Artero E, Martínez-Gómez D, Vicente-Rodriguez G, et al. Role of Cardiorespiratory Fitness on the Association Between Physical Activity and Abdominal Fat Content in Adolescents: The HELENA Study. *International journal of sports medicine* 2010;31(10):679-82.
 95. Ekelund U, Brage S, Froberg K, Harro M, Anderssen SA, Sardinha LB, et al. TV viewing and physical activity are independently associated with metabolic risk in children: the European Youth Heart Study. *PLoS medicine* 2006;3(12):e488.
 96. Aelterman N, Vansteenkiste M, Van Keer H, Van den Berghe L, De Meyer J, Haerens L. Students' objectively measured physical activity levels and engagement as a function of between-class and between-student differences in motivation toward physical education. *Journal of sport & exercise psychology* 2012;34(4).
 97. Gracia-Marco L, Vicente-Rodriguez G, Casajús J, Molnar D, Castillo M, Moreno L. Effect of fitness and physical activity on bone mass in adolescents: the HELENA Study. *European journal of applied physiology* 2011;111(11):2671-80.
 98. Aznar S, Naylor P, Silva P, Pérez M, Angulo T, Laguna M, et al. Patterns of physical activity in Spanish children: a descriptive pilot study. *Child: care, health and development* 2011;37(3):322-8.
 99. Sveinsson T, Arngriemsson SA, Johannsson E. Association between aerobic fitness, body composition, and physical activity in 9-and 15-year-olds. *European Journal of Sport Science* 2009;9(3):141-50.
 100. Roemmich JN, Barkley JE, Lobarinas CL, Foster JH, White TM, Epstein LH. Association of liking and reinforcing value with children's physical activity. *Physiology & behavior* 2008;93(4):1011-8.
 101. Ortega FB, Ruiz JR, Hurtig-Wennlöf A, Vicente-Rodriguez G, Rizzo NS, Castillo MJ, et al. Cardiovascular fitness modifies the associations between physical activity and abdominal adiposity in children and adolescents: the European Youth Heart Study. *British Journal of Sports Medicine* 2010;44(4):256-62.
 102. Ortega FB, Ruiz JR, Hurtig-Wennlöf A, Sjöström M. Physically active adolescents are more likely to have a healthier cardiovascular fitness level independently of their adiposity status. The European youth heart study. *Revista Española de Cardiología (English Edition)* 2008;61(2):123-9.
 103. Moliner-Urdiales D, Ruiz J, Ortega F, Rey-Lopez J, Vicente-Rodriguez G, España-Romero V, et al. Association of objectively assessed physical activity with total and central body fat in Spanish adolescents; the HELENA Study. *International Journal of Obesity* 2009;33(10):1126-35.
 104. Ness AR, Leary SD, Mattocks C, Blair SN, Reilly JJ, Wells J, et al. Objectively measured physical activity and fat mass in a large cohort of children. *PLoS medicine* 2007;4(3):e97.
 105. Steele R, Sluijs Ev, Cassidy A, Griffin S, Ekelund U. Targeting sedentary time or moderate-and vigorous-intensity activity: independent relations with adiposity in a population-based sample of 10-y-old British children. *American Journal of Clinical Nutrition* 2009;90(5):1185-92.
 106. Treuth M, Schmitz K, Catellier D, McMurray R, Murray D, Almeida M, et al. Defining accelerometer thresholds for activity intensities in adolescent girls. *Medicine and science in sports and exercise* 2004;36(7):1259.
 107. Dencker M Fau - Tanha T, Tanha T Fau - Wollmer P, Wollmer P Fau - Karlsson MK, Karlsson Mk Fau - Andersen LB, Andersen Lb Fau - Thorsson O, Thorsson O. Tracking of physical activity with accelerometers over a 2-year time period. *Journal of Physical Activity and Health* 2013;10 241-8.
 108. Trost SG, Pate RR, Sallis JF, Freedson PS, Taylor WC, Dowda M, et al. Age and gender differences in objectively measured physical activity in youth. *Medicine and science in sports and exercise* 2002;34(2):350-5.
 109. Guerra S, Santos P, Ribeiro J, Duarte J, Mota J. Assessment of children's and adolescents' physical activity levels. *European Physical Education Review* 2003;9(75):75-85.
 110. Riddoch CJ, Andersen LB, Wedderkopp N, Harro M, Klason-Heggebo L, Sardinha LB, et al. Physical activity levels and patterns of 9-and 15-yr-old European children. *Medicine and science in sports and exercise* 2004;36(1):86-92.
 111. Mota J, Silva P, Santos M, Ribeiro J, Oliveira J, Duarte J. Physical activity and school recess time: differences between the sexes and the relationship between children's playground physical activity and habitual physical activity. *Journal of Sports Sciences* 2005;23(3):6.
 112. Ridgers ND, Stratton G, Fairclough SJ. Assessing physical activity during recess using accelerometry. *Preventive medicine* 2005;41(1):102-105.
 113. Ridgers ND, Saint-Maurice PF, Welk GJ, Siahpush M, Huberty J. Differences in physical activity during school recess. *Journal of School Health* 2011;81(9):545-51.
 114. Ruiz JR, Rizzo NS, Hurtig-Wennlöf A, Ortega FB, Wärnberg J, Sjöström M. Relations of total physical activity and intensity to fitness and fatness in children: the European Youth Heart Study. *The American journal of clinical nutrition* 2006;84(2):299-303.
 115. Verstraete SJ, Cardon GM, De Clercq DL, De Bourdeaudhuij IM. Increasing children's physical activity levels during recess periods in elementary schools: the effects of providing game equipment. *The European Journal of Public Health* 2006;16(4):415-9.
 116. Pate RR, Almeida MJ, McIver KL, et al. Validation and calibration of an accelerometer in preschool children. *Obesity (Silver Spring)* 2006;14(11):2000-6.
 117. Wilkin TJ, Mallam KM, Metcalf B, Jeffery AN, Voss LD. Variation in physical activity lies with the child, not his environment: evidence for an 'activitystat' in young children (Early-Bird 16). *International Journal of Obesity* 2006;30(7):1050-5.
 118. Ortega FB, Ruiz JR, Hurtig-Wennlöf A, Sjöström M. Physically active adolescents are more likely to have a healthier cardiovascular fitness level independently of their adiposity status. The European youth heart study. *Revista Española de Cardiología (English Edition)* 2007;61(2):123-9.
 119. Troiano RP, Berrigan D, Dodd K. Physical Activity in the United States Measured by Accelerometer. *Medicine & Science in Sports & exercise: Official Journal of the American College of Sports Medicine* 2008;40(1):181-8.

120. Trost S, Rosenkranz R, Dziewaltowski D. Physical activity levels among children attending after-school programs. *Medicine and science in sports and exercise* 2007;40(4):622-9.
121. Wickel EE, Eisenmann JC. Contribution of Youth Sport to Total Daily Physical Activity among 6-to 12-yr-old Boys. *Medicine & Science in Sports & exercise: Official Journal of the American College of Sports Medicine* 2007;39(9):1493-500.
122. Hagströmer M, Bergman P, De Bourdeaudhuij I, Ortega FB, Ruiz JR, Manios Y, et al. Concurrent validity of a modified version of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ-A) in European adolescents: The HELENA Study. *International Journal of Obesity* 2008;32:S42-S8.
123. Grontved A, Pedersen GS, Andersen LB, Kristensen PL, Møller NC, Froberg K. Personal characteristics and demographic factors associated with objectively measured physical activity in children attending preschool. *Pediatric Exercise Science* 2009;21(2):201-9.
124. Meyer U, Roth R, Zahner L, Gerber M, Puder J, Hebestreit H, et al. Contribution of physical education to overall physical activity. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 2011;23(5):600-6.
125. Martínez Martínez J, Contreras Jordán OR, Lera Navarro Á, Aznar Laín S. Niveles de actividad física medido con acelerómetro en alumnos de 3º ciclo de educación primaria: actividad física diaria y sesiones de educación física. *Revista de Psicología del Deporte* 2012;21(1):117-23.
126. Martínez-Gómez D, Wärnberg J, Welk GJ, Sjöström M, Veiga OL, Marcos A. Validity of the Bouchard activity diary in Spanish adolescents. *Public health nutrition* 2009b;13(2):261-8.
127. Jiménez-Pavón D, Konstabel K, Bergman P, Ahrens W, Pohlabeln H, Hadjigeorgiou C, et al. Physical activity and clustered cardiovascular disease risk factors in young children: a cross-sectional study (the IDEFICS study). *BMC medicine* 2013;11(172):1-8.
128. Martínez-Gómez D, Welk G, Calle M, Marcos A, Veiga O. Preliminary evidence of physical activity levels measured by accelerometer in Spanish adolescents: the AFINOS Study. *Nutrición hospitalaria: organo oficial de la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral* 2009a;24(2):212-218.
129. Santos R, Mota J, Okely AD, Pratt M, Moreira C, Coelho ESMJ, et al. The independent associations of sedentary behaviour and physical activity on cardiorespiratory fitness. *Br J Sports Med* 2013;0:1-6.
130. Metcalf BS, Jeffery AN, Hosking J, Voss LD, Sattar N, Wilkin TJ. Objectively Measured Physical Activity and Its Association With Adiponectin and Other Novel Metabolic Markers A longitudinal study in children (EarlyBird 38). *Diabetes care* 2009;32(3):468-73.
131. Moliner-Urdiales D, Ortega FB, Vicente-Rodriguez G, Rey-Lopez JP, Gracia-Marco L, Widhalm K, et al. Association of physical activity with muscular strength and fat-free mass in adolescents: the HELENA study. *European journal of applied physiology* 2010;109(6):1119-27.
132. Huberty JL, Siahpush M, Beighle A, Fuhrmeister E, Silva P, Welk G. Ready for recess: A pilot study to increase physical activity in elementary school children. *Journal of School Health* 2011;81(5):251-7.
133. Van Cauwenberghe E, Labarque V, Gubbels J, De Bourdeaudhuij I, Cardon G. Preschooler's Physical Activity Levels and Associations with Lesson Context, Teacher's Behavior, and Environment during Preschool Physical Education. *Early Childhood Research Quarterly* 2012;27(2):221-30.



Revisión

Información percibida por los consumidores a través del etiquetado sobre las grasas presentes en los alimentos: revisión sistemática

Miren Itxaso Sebastian-Ponce¹, Javier Sanz-Valero^{1,2} y Carmina Wanden-Berghe³

¹Departamento de Enfermería Comunitaria, Medicina Preventiva y Salud Pública e Historia de la Ciencia, Universidad de Alicante, Alicante. ²Departamento de Salud Pública, Historia de la Ciencia y Ginecología, Universidad Miguel Hernández, Elche. ³Hospital General Universitario de Alicante. España.

Resumen

Objetivo: Revisar la literatura científica relacionada con la información que reciben los consumidores sobre los distintos tipos de grasas de los alimentos a través del etiquetado.

Método: Revisión sistemática de la documentación obtenida en las bases de datos MEDLINE (via PubMed), EMBASE, CINAHL, FSTA, Web of Science, Cochrane Library, SCOPUS y LILACS; hasta septiembre 2013. Los términos utilizados, como descriptores y texto libre, fueron: «dietary fats», «dietary fats, unsaturated» y «food labeling». Se utilizó el límite «humanos».

Resultados: Se recuperaron 549 referencias, de las que se seleccionaron 36 artículos tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión. Los principales efectos relacionados con la información del etiquetado estuvieron relacionados con el precio y lugar de compra/consumo, las dimensiones sensoriales, los hábitos dietéticos, la interpretación de logotipos y la educación.

Conclusiones: El etiquetado sobre el contenido de grasa en los alimentos es una buena ayuda a la hora de tomar decisiones de consumo. La educación nutricional y de los significados de las etiquetas es fundamental y se mostró efectiva aunque no se haya logrado el “consumidor informado”. Se deberían dirigir las acciones formativas hacia las creencias y actitudes anteriores de los consumidores para hacer coherente el mensaje de salud y alimentación. Las etiquetas deberían ser homogéneas y reales a la hora de expresar composición o exponer logotipos. Los mensajes incluidos en el empaquetado deben ser claros y no inducir a engaño.

(Nutr Hosp. 2015;31:129-142)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8396

Palabras clave: *Etiquetado de alimentos. Grasas en la dieta. Grasas insaturadas en la dieta. Promoción de la salud. Política de salud.*

INFORMATION PERCEIVED BY CONSUMERS THROUGH FOOD LABELING ON FATS: A SYSTEMATIC REVIEW

Abstract

Objective: To review the scientific literature related to the information given to consumers about different types of fats in foods through food labeling.

Method: Systematic review of the data found in MEDLINE (via PubMed), EMBASE, CINAHL, FSTA, Web of Science, Cochrane Library, SCOPUS and LILACS databasis, until September 2013. The terms used as descriptors and free text were “dietary fats”, “dietary fats, unsaturated” and “food labeling”. The limit “human” was used.

Results: 549 references were retrieved, of which 36 articles were selected after applying the inclusion and exclusion criteria. The main effects related to labeling information were linked to the price and place of purchase/consumption, sensory dimensions, dietary habits, interpretation and education logo.

Conclusions: Food labeling on fat content helps when making consumption decisions. Nutrition education and the meanings of food labels are essential and were effective although the “informed consumer” is yet to be achieved. Training activities should be directed towards prior beliefs and attitudes of consumers in order to make the health and nutrition message consistent. Food labels should be homogeneous and truthful in terms of expressing composition or presenting logos, and messages included in the packaging should be clear and not misleading.

(Nutr Hosp. 2015;31:129-142)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8396

Key words: *Food labeling. Dietary fats. Dietary fats, unsaturated. Health promotion. Health policy.*

Correspondencia: Javier Sanz-Valero.
Departamento de Enfermería Comunitaria,
Medicina Preventiva y Salud Pública e Historia de la Ciencia.
Universidad de Alicante. Campus de Sant Vicent del Raspeig.
Apdo. Correos 99, 03080 Alicante, España.
E-mail: javier.sanz@ua.es

Recibido: 21-XI-2014.
Aceptado: 22-XII-2014.

Introducción

La grasa, en la crónica de las costumbres alimenticias de la mayoría de los pueblos, solía ser muy apreciada y hasta solicitada al ser imprescindible para la vida. Sin embargo, las sociedades modernas parecen haberse vuelto “lipófobas” (en la mayoría de los países desarrollados, una gran proporción de la población se sueña delgada)^{1,2}.

Las grasas, junto con las proteínas y los carbohidratos, constituyen la mayor parte de los componentes estructurales de las células vivientes. Los ésteres de glicerol de los ácidos grasos, que representan el 99% de los lípidos de origen animal y vegetal, se denominan grasas o aceites, dependiendo de si el material es sólido o líquido a temperatura ambiente^{3,4}. Los lípidos de la dieta tienen un papel importante en la nutrición porque aportan calorías y ácidos grasos esenciales, actúan como transportadores de vitaminas (contribuyen a la absorción de las vitaminas A, D, E y K) y aumentan la palatabilidad de los alimentos. Aproximadamente el 30% de la energía de una dieta equilibrada, debe provenir de las grasas. Entre ellas y con gran renombre entre la población occidental, se podría citar al colesterol. Grasa indispensable para el organismo al ser un constituyente importante de las membranas celulares y desempeñar un importante papel en la elaboración de las hormonas sexuales y adrenales.

Por otro lado, en la industria alimentaria la hidrogenación de las grasas es un proceso de particular importancia, puesto que logra dos objetivos importantes: permite la conversión de los aceites líquidos en grasas semisólidas o plásticas más adecuadas para aplicaciones específicas, como *shortenings* (grasas plásticas comestibles) y las margarinas, y, en segundo lugar, mejora la estabilidad del aceite frente a la oxidación. En la hidrogenación industrial de los aceites, se produce cierta isomerización de los dobles enlaces que da lugar a isómeros de posición y geométricos, los ácidos grasos “trans” (AGT), que no son equivalentes biológicamente a sus isómeros “cis” y, de hecho, muchos estudios han demostrado que el consumo de este tipo de grasas se asocia con riesgo cardiovascular^{3,4}.

Algunos países están teniendo en cuenta la importancia de la dieta en el estado de salud e integran en la información de la etiqueta de alimentos el contenido de grasas trans, colesterol y grasas saturadas e insaturadas. En el año 2003, Canadá se convirtió en el primer país en introducir el contenido de AGT en las etiquetas de los alimentos envasados, dicha legislación entró en vigor en los supermercados y restaurantes en diciembre del año 2005, estipulándose que la proporción de AGT no debía superar el 5% de la energía aportada por la grasa^{5,6}. Dinamarca, en 2006, aprobó leyes que limitaban el uso de AGT a menos del 2% del total de la grasa en todos los alimentos del mercado, incluidos los importados. En otros países nórdicos se reguló a un máximo del 5% de AGT el total de la grasa en comidas rápidas y menos de 2g/100g en las margarinas^{7,8}. En

Estados Unidos, a partir de 2006, la *Food and Drug Administration* (FDA) obligó a los industriales a declarar el contenido de AGT en sus productos, debiendo ser de menos de 0,5 g/porción⁹.

En el año 2008, en la declaración de Río de Janeiro, la Organización Panamericana de la Salud, enfatizó la necesidad de obligar a las empresas a etiquetar y declarar el contenido de AGT en sus productos. También recomendó a las instituciones responsables de la salud, informar y educar a la población sobre las diferentes grasas y la lectura de las etiquetas¹⁰.

En Europa, no existe una norma que obligue al etiquetado específico de los AGT, si bien el Reglamento 1924/2006 relativo a la lista de declaraciones nutricionales regula los contenidos de grasas saturadas y AGT¹¹. Pero, ello no significa que su contenido en grasa sea el adecuado.

En consecuencia, el presente estudio tuvo como objetivo conocer la información que reciben los consumidores sobre los distintos tipos de grasas de los alimentos a través del etiquetado.

Material y método

Diseño

Revisión crítica y sistemática de la literatura científica.

Fuente de obtención de datos:

Los datos utilizados en este estudio se obtuvieron de la consulta directa y acceso vía Internet de los documentos recuperados en las siguientes bases de datos:

- MEDLINE, vía Pubmed
- EMBASE
- Latin American and Caribbean Health Sciences Literature (LILACS)
- The Cochrane Library
- The Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature (CINAHL)
- Food Science and Technology Abstracts (FSTA)
- Web of Science (WoS)
- SCOPUS

Para la recuperación documental se empleó el Tesauro desarrollado por la *U.S. National Library of Medicine*. De su estudio se consideraron adecuados los términos «*dietary fats*», «*dietary fats, unsaturated*» y «*food labeling*», tanto como descriptores como en formato texto en el título y resumen. La ecuación de búsqueda final se desarrolló para su empleo en la base de datos MEDLINE, vía PubMed, mediante la utilización de los conectores booleanos: (“*dietary fats*”[Mesh] OR “*dietary fats*”[Title/Abstract]) AND (“*dietary fats, un-*

saturated”[Mesh] OR “dietary fats, unsaturated”[Title/Abstract]) AND (“food labeling”[Mesh] OR “food labeling”[Title/Abstract]). Se utilizó el filtro «humanos».

Esta ecuación se adaptó posteriormente a las otras bases de datos anteriormente mencionadas.

La búsqueda se realizó desde la primera fecha disponible, de acuerdo con las características de cada base de datos, hasta septiembre de 2013 (momento de la última actualización). Adicionalmente, como búsqueda secundaria y para reducir los posibles sesgos de publicación, se examinó el listado bibliográfico de los artículos que fueron seleccionados en la búsqueda principal, con el objeto de identificar estudios no detectados en la revisión.

Criterios de selección de los artículos

Inclusión: Los documentos debían ser estudios originales, publicados en revistas revisadas por pares, seleccionándose aquellos pertinentes cuyo texto completo pudo ser recuperado, debiendo estar escritos en inglés, portugués o castellano.

Exclusión: se descartaron los artículos que no contenían datos sobre etiquetado, los que no habían sido estudiados en una población y aquellos, que aun tratando de etiquetado de alimentos, la información contenida en su etiqueta no estaba dirigida a informar a los consumidores del contenido de los distintos tipos de grasas.

Análisis de la revisión

La elección de los artículos pertinentes se realizó de forma independiente por dos de los autores de la presente revisión (S-P y S-V). Para dar por válida la propuesta se estableció que la valoración de la concordancia entre estos dos autores (índice Kappa) debía ser superior a 0.80 (medida de la fuerza de la concordancia muy buena)¹². Siempre que se cumpliera esta condición, las posibles discordancias se solucionarían mediante la consulta a la tercera autora (W-B) y posterior consenso entre los autores.

La calidad de los artículos seleccionados se realizó de forma conjunta tomando como soporte las directrices para la comunicación de estudios observacionales STROBE (*STrengthening the Reporting of OBServational studies in Epidemiology*) [<http://www.strobe-statement.org/>], que contiene una lista de 22 puntos esenciales que deben describirse en la publicación de estos estudios, para ello se puntuó cada ítem en función de si en el artículo estaba recogida «1» o no «0» la información. En el caso de no ser necesaria la evaluación de algún ítem ese punto no era contabilizado en el total (no procede = NP). Cuando un ítem estaba compuesto por varios puntos, estos se evaluaron de forma independiente, dándole el mismo valor a cada uno de ellos y posteriormente se realizó un promedio (siendo éste el resultado final de ese ítem), de tal forma que en ningún caso se pudiera superar la puntuación de 1 punto por ítem.

El control de la información extraída de los estudios revisados se realizó mediante dobles tablas que permitían la detección de los errores y la corrección mediante nueva consulta de los originales.

Los estudios se agruparon según las variables a estudio, con el fin de sistematizar y facilitar la comprensión de los resultados, codificando los siguientes datos: primer autor de la referencia bibliográfica, año de publicación, intervención efectuada, población sometida a estudio, lugar y año donde se realizó la intervención y resultado principal.

Resultados

Se recuperaron 549 referencias de las bases de datos bibliográficos, de las cuales 151 (27.50%) fueron en la base de datos MEDLINE, 130 (23.68%) en EMBASE, 94 (17.12%) en SCOPUS, 71 (12.93%) en WoS, 52 (9.47%) en FSTA, 41 (7.47%) en CINAHL, 7 (1.28%) en COCHRANE y 3 (0.55%) en LILACS. Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión (Fig. 1), se seleccionaron finalmente 36 artículos¹³⁻⁴⁸, ver tabla I.

No fue necesaria la valoración de la concordancia entre los autores, ya que el acuerdo sobre la pertinencia de los trabajos fue del 100%. Al evaluar la calidad de los artículos seleccionados para la revisión, mediante el cuestionario STROBE, la puntuación mayor fue de 21,5 y la menor de 14,50, siendo el valor de la mediana igual a 18,85. El resultado de cada uno de los estudios puede consultarse en la tabla II.

El método de intervención más utilizado para la obtención de datos fue el cuestionario (quizá por lo económico en comparación con otro tipo de herramienta y la obtención de respuestas estandarizadas): 25 (69.44%)^{14,15,17-23,25,30,31,34-37,39-43,45-48} de las 36 intervenciones, seguido de la entrevista: 6 (16.66%)^{16,26,27,29,33,44}, la encuesta telefónica: 2 (5.55%) [32,38], la elección de menú: 1 (2.77%)¹³, el grupo de discusión: 1 (2.77%)²⁴ y el programa educacional: 1 (2.77%)²⁸. El diseño de las intervenciones fue transversal, excepto en el artículo de la elección de menú en restaurante entre padres e hijos¹³, que se extendió de octubre de 2010 a mayo de 2011, y la entrevista telefónica de Kristal et al³², que seleccionó y siguió a los participantes entre 1997 y 1998.

La intervención con mayor número de participantes³⁴ tuvo una n=5203 (datos obtenidos del *Continuing Survey of Food Intake by Individuals and the Companion Health Knowledge Survey*), y la de menor número³¹ tuvo una n=16. En tres artículos se observó selección de la población por sexo: uno sólo seleccionó a hombres⁴⁰ y dos, a mujeres^{44,45}.

De los 36 trabajos seleccionados, 21 (58.33%) de las intervenciones tuvieron lugar en Norteamérica, 13 (36.11%) en Europa y 2 (5.55%) en Oceanía. El país que más intervenciones acometió fue USA con 17 (47.22%), seguido de Canadá y Reino Unido, con 4 (11.11%) intervenciones cada una (ver tabla I).

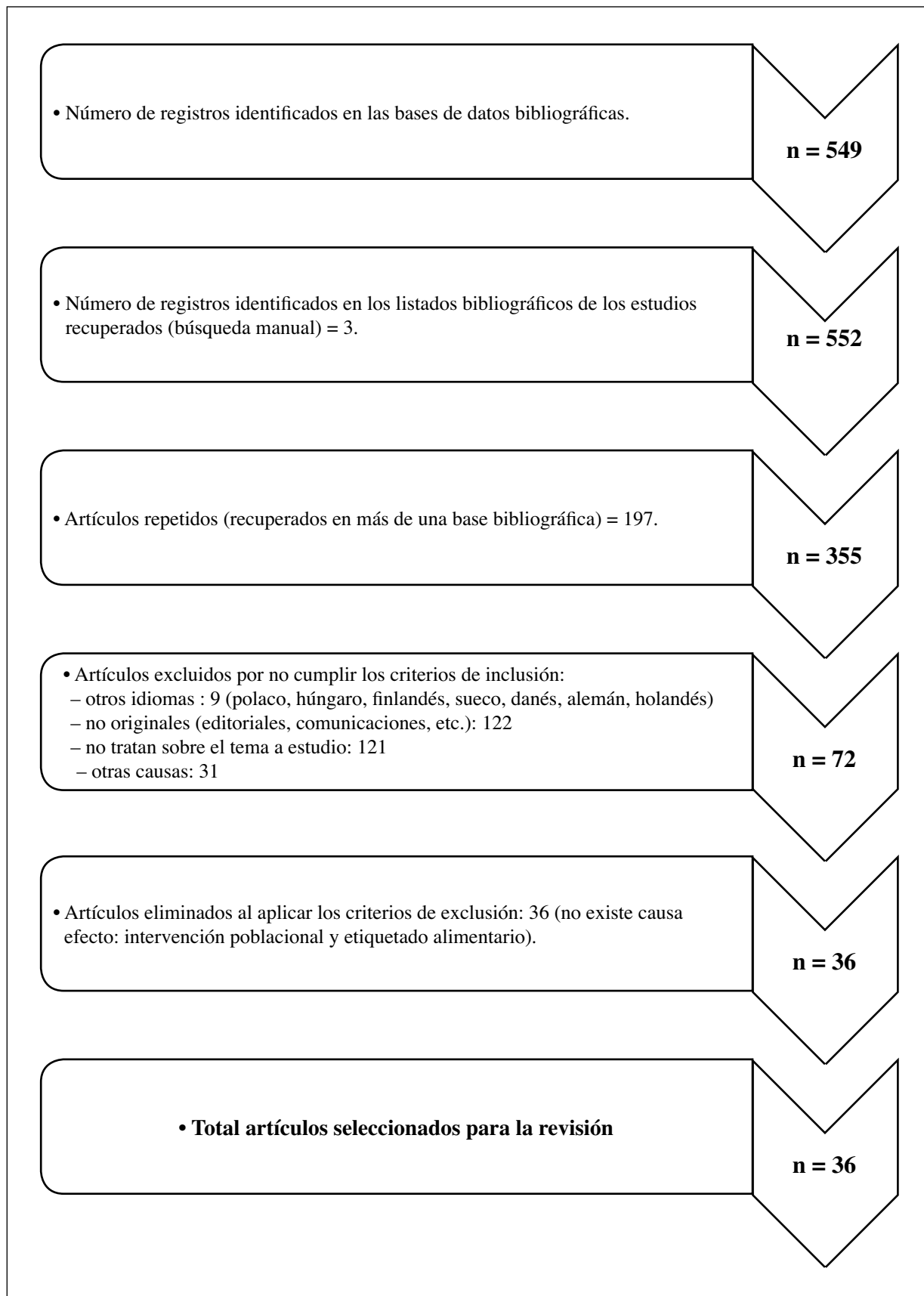


Fig. 1.—Diagrama de selección de artículos incluidos en la revisión de la información percibida por los consumidores a través del etiquetado sobre las grasas presentes en los alimentos.

Tabla I
Resumen de los estudios seleccionados relacionados con la información percibida por los consumidores a través del etiquetado sobre las grasas presentes en los alimentos

Artículo	Intervención	Población	Lugar	Conclusión principal
1.Holmes et al ¹³ , 2013	Elección de menú en restaurante entre padres e hijos.	n=600 familias con hijos Hijos: 1-13 años Etnia: caucásica (80,5%), asiática (8,9%), negra (4,0%), latina (3,2%), otros (3,4%).	USA, 2010-2011 (estudio longitudinal)	La oferta (precio) fue elegida sobre las otras dos opciones (grasa y calorías, símbolos saludables)
2.Hoppert et al ¹⁴ , 2012	Cuestionario	n=101 ♀= 65; ♂= 36 Edad: ♀ 24,1±3,7; ♂ 23,7 ±3,1 años	Alemania	La información para la salud afectó a la elección, pero fueron las dimensiones sensoriales las que finalmente determinaron la elección.
3.Carrillo et al ¹⁵ , 2012	Cuestionario	n=200 ♀= 100; ♂= 100 Edad: 18-29, 66; 30-44, 68; ≥45, 66 Educación: 1 ^{aria} , 28; 2 ^{aria} , 68; universidad, 104	España	El conocimiento nutricional no estuvo asociado al género ni a la edad, sino al nivel educativo.
4.Lubman et al ¹⁶ , 2012	Entrevista	n=200 ♀= 125; ♂= 68 <i>data missing</i> : 7 Edad: 18-35, 76 (38%); ≥ 36, 129 (64,5%) Educación: < college, 61 (30,5%); ≥ college, 129 (64,5%)	USA	El grado de aculturación no estuvo asociado con los usos y habilidades en las etiquetas.
5.Roberto et al ¹⁷ , 2012	Cuestionario	n=677 ♀= 356; ♂= 321 Edad media: 46,01 (±16,51) Educación: ≤high school, 354 (52,7%); >high school, 297(47,2%) Etnia: caucásica, 558 (82,4%); afroamericana, 55 (8,1%); hispana, 10 (1,5%); asiática, 26 (3,8%); indioamericana, 10 (1,5%); otras, 4 (0,6%)	USA 2011	El <i>Traffic Light</i> fue el logo más claramente interpretado por las personas a las que fue asignado.
6.Rejman et al ¹⁸ , 2011	Cuestionario	n=200 ♀= 100; ♂= 100 Edad: 21-30, 130 (65%); 31-40, 32 (16%); 41-60, 38 (19%) Educación: ≤2 ^{aria} , 110 (55%); >2 ^{aria} , 90 (45%)	Polonia 2009	Las etiquetas no fueron consideradas buena fuente de información.
7.Visschers et al ¹⁹ , 2010	Cuestionario	n=80 ♀= 41; ♂= 39 Edad media: 42,04 ± 13,98 Educación: 2 ^{aria} , 18,8%; >2 ^{aria} , 76,2%.	Suiza	Los participantes prefirieron consumir productos reducidos en grasa.
8.Ollberding et al ²⁰ , 2010	Cuestionario	n=3012 ♀=1189; ♂= 1823 Edad: 18-34,1004(33,33%); 35-54, 997(33,10%); 55-85, 1011(33,56%). Educación: < high school: 586; ≥ high school: 2405.	USA 2005-2006	El uso de la etiqueta se relacionó con la intención de seleccionar alimentos más saludables (calorías y grasas).
9.Elliset al ²¹ , 2010	Cuestionario	n=244 ♀=185; ♂= 59 Edad: 19-24, 8(3%); 25-39, 62 (25%); 40-59, 108(44%); >60, 66 (27%)	Canadá	Más de la mitad de las personas que respondieron utilizaron la etiqueta para reducir el consumo de TFA (ácidos grasos trans).

Tabla I (cont.)

Resumen de los estudios seleccionados relacionados con la información percibida por los consumidores a través del etiquetado sobre las grasas presentes en los alimentos

<i>Artículo</i>	<i>Intervención</i>	<i>Población</i>	<i>Lugar</i>	<i>Conclusion principal</i>
10.Gorton et al ²² , 2010	Cuestionario	n=1525 ♀= 1074; ♂= 428 <i>data missing</i> : 23 Edad: 18-24, 243 (16%); 25-39, 537 (35,2%); 40-55, 443 (29%); >55, 232 (15,2%). <i>data missing</i> : 70 Educación: <i>no school qualification</i> , 159 (11%); ≥ <i>secondary qualification</i> , 1078 (71%); <i>declined to answer</i> , 270 (18%). Etnia: <i>maorí</i> , 401(26,3%); <i>pa- cific</i> , 347 (22,75%); <i>asian</i> , 372 (24,4%); NZ, 395 (26%). <i>data missing</i> : 10	Nueva Zelanda 2007	Los <i>claims</i> en los alimentos fueron malinterpretados por la población a estudio.
11.Eckel et al ²³ , 2009	Cuestionario	<u>AÑO 2006</u> n=1000 ♀=510; ♂= 490 Edad: 18-24, 100 (10%); 25-34, 180 (18%); 35-44, 240 (24%); 45-54, 270 (27%); 55- 64, 210 (21%). Etnia: caucásica, 780 (78%); otras, 220 (22%). Educación: ≤ 2 ^{aria} , 380 (38%); > 2 ^{aria} , 620 (62%). <u>AÑO 2007</u> n=1000 ♀=550; ♂= 450 Edad: 18-24, 150 (15%); 25-34, 220 (22%); 35-44, 220 (22%); 45-54, 250 (25%); 55- 64, 160 (16%). Etnia: caucásica, 810 (81%); otras, 190 (19%). Educación: ≤ 2 ^{aria} , 350 (35%); > 2 ^{aria} , 650 (65%)	USA 2006-2007	Entre 2006 y 2007, la conciencia de los consumidores sobre los TFA aumentó hasta alcanzar niveles similares a las grasas saturadas.
12.Chan et al ²⁴ , 2005	<i>Focus group discussion</i>	n=36 ♀=26; ♂= 10	Australia	Los <i>claims</i> no fueron creídos siempre por los consumidores, y se interpretaban como “licencias” para poder consumir más de ese producto.
13.Roefs et al ²⁵ , 2004	Cuestionario	n=44 Obesos: 23 Delgados: 21	Holanda	Los participantes consumieron más de los batidos etiquetados con bajo contenido en grasa. Personas delgadas y obesas tuvieron consumos parecidos.
14.Huang et al ²⁶ , 2004	Encuesta	n=301 ♀=196; ♂= 105 Edad: 10-19 años Etnia: afroamericanos, 178 (59%); caucásicos, 87(29%); otros, 36 (12%)	USA	La lectura de las eti adujo en elecciones más saludable.
15.Lin et al ²⁷ , 2004	Encuesta	Número de individuos entrevistados en los diferentes ítems: GT (grasas trans) n= 3995 GS (grasas saturadas) n= 3992 C (colesterol) n= 4024 Edad: ≥ 20 años	USA 1994-1996	La motivación en la búsqueda de información en la etiqueta fue inversamente proporcional a los hábitos dietéticos (no hubo disonancia cognitiva).

Tabla I (cont.)

Resumen de los estudios seleccionados relacionados con la información percibida por los consumidores a través del etiquetado sobre las grasas presentes en los alimentos

Artículo	Intervención	Población	Lugar	Conclusión principal
16.Steehuis et al ²⁸ , 2004	<u>Programa educativo</u> : posters, folletos, recetas, manuales, insignias, juegos, publicidad <u>Programa de etiquetado</u> : LOGO identificado como "bajo en grasa"	n=2203 ♀=1762; σ = 441 Edad: 46 años Educación: bajo, 21%; medio, 61%; alto, 18%.	Holanda	El supermercado fue un espacio altamente competitivo (precios, gran variedad de productos, marcas...) y las estrategias para reducir el consumo de grasas no fue efectivo.
17.Reid et al ²⁹ , 2004	Encuesta	n=200 ♀=46; σ = 144 Edad: 44,3 (\pm 11,0) años Educación: \leq <i>high school</i> , 44; $>$ <i>high school</i> , 156.	Canadá 2002	El logo <i>Health Check</i> canadiense tuvo en su elección una relación significativa con el deseo de consumir una dieta baja en grasas.
18.Sanford et al ³⁰ , 2002	Cuestionario	1. n=48 undergraduates 2. n=24 undergraduates 3. n=48 undergraduates	Reino Unido	1.Intuitivamente, el mensaje "95% fat free" fue sentido como más saludable que el mensaje "less than 5% fat" 2. Se ratifica que el formato "fat free" es el mejor para calificar como sano un producto 3. Los descriptores numéricos estimulan la sensación de "healthy" y bloquean los conocimientos previos
19.Yeomans et al ³¹ , 2001	Cuestionario	n= 16 Edad media: 23 años	Reino Unido	El etiquetado tuvo la capacidad de alterar la percepción del producto (expectativas), a pesar de su composición real.
20. Kristal et al ³² , 2001	Entrevista telefónica con seguimiento.	n=838 ♀=502; σ = 336 Edad: 18-34, 170 (20,3%); 35-54, 415 (49,5%); $>$ 55, 253 (30,2%) Educación (en años): \leq 12, 239 (28,52%); 13-15, 342 (40,81); \geq 16, 257 (30,67%)	USA 1997-1998	Se confirmó la relación entre el cambio de hábitos en la dieta y el uso de la etiqueta.
21.Miller et al ³³ , 2000	Encuesta	n=95 ♀=44; σ = 51 Edad: 18-40 años	USA	Los productos reducidos en grasa (y energía) con igual saciedad sensorial específica fueron útiles en la reducción de ingesta calórica (sustitución aceite-olestra).
22.Smith et al ³⁴ , 2000	Cuestionario	n=553 ♀=285; σ = 259; sin datos de género, 9. Edad: $<$ 18, 2 (0,4%); 18-20, 244 (44,1%); 21-24, 199 (36%); 25-34, 67 (12,1%); 35-54, 31 (5,6%); \geq 55, 1 (0,2%). 9 personas no dieron datos de edad.	Canadá 1997	Se encontró falta de credibilidad en los <i>claims</i> y la composición de los alimentos en las etiquetas.
23.Levy et al ³⁵ , 2000	Cuestionario	n=104 ♀=59; σ = 45 Edad: 43,9 (\pm 12,5) años Educación: \leq <i>college</i> , 55 (53%); $>$ <i>college</i> , 49 (47%)	USA 1994-1995	Los participantes utilizaron los conocimientos/creencias anteriores sobre el contenido de grasa de los alimentos, más que la información ofrecida en el etiquetado.

Tabla I (cont.)

Resumen de los estudios seleccionados relacionados con la información percibida por los consumidores a través del etiquetado sobre las grasas presentes en los alimentos

<i>Artículo</i>	<i>Intervención</i>	<i>Población</i>	<i>Lugar</i>	<i>Conclusion principal</i>
24. Kim et al ³⁶ , 2000	Cuestionario	n= 5203 datos obtenidos del <i>Continuing Survey of Food Intake by Individuals and the companion Health Knowledge Survey</i>	USA 1994-1996	Los resultados proporcionaron evidencia de los beneficios del uso de etiquetas y fueron de gran importancia en términos de política de salud pública.
25. Larsson et al ³⁷ , 1999	Cuestionario	n=1591 ♀=859; ♂= 732 Edad: 25-64 años Educación: baja, 700 (44%); media, 403 (25,33%); alta, 488 (30,67%).	Suecia 1995-1996	La mitad de los hombres y tres cuartos de las mujeres que participaron en la intervención interpretaron bien el logo <i>Green Keyhole</i> .
26. Neuhouser et al ³⁸ , 1999	Entrevista telefónica	n=1450 ♀=863; ♂= 587 Edad: 18-34, 440 (30,34%); 35-54, 649 (44,76%); ≥55, 361 (24,9%). Educación (en años): ≤12, 428 (29,52%); 13-15, 605 (41,72%); >16, 417 (28,76%).	USA 1995-1996	Las etiquetas ayudaron a las personas que querían reducir su ingesta de grasa.
27. Engell et al ³⁹ , 1998	Cuestionario	n=33 ♀= 16; ♂= 17 Edad: 10,3±0,1	USA	Los niños sin información (etiqueta) prefirieron la galleta con el contenido habitual en grasa. Cuando se etiquetó la galleta, algo más de la mitad de los niños prefirió la galleta <i>fat-reduced</i> .
28. Kähkönen et al ⁴⁰ , 1998	Cuestionario	n=115 ♂ Edad: 18-30 años (media, 22)	Finlandia	En esta intervención se prefirió la salchicha con mayor contenido en grasa: más sabrosa.
29. Bushman ⁴¹ , 1998	Cuestionario	n=360 ♀= 180; ♂= 180	USA	Los participantes sin etiqueta y sin <i>claim</i> , prefirieron más el queso más graso. En esta ocasión a las personas no les gustó recibir consejos de consumo: pareció que mostrar un producto como menos saludable, fomentó su deseo.
30. Westcombe et al ⁴² , 1997	Cuestionario	n=36 Edad: 28 (8,1) años	Reino Unido	Las etiquetas consiguieron manipular la percepción de <i>healthy</i> y contenido de grasa.
31. Kreuter et al ⁴³ , 1997	Cuestionario	n=885 ♀= 654; ♂= 231 Edad: <30, 124 (14%); 30-39, 154 (17,4%); 40-49, 189 (21,35%); 50-59, 145 (16,4%); ≥ 60, 267 (30,17%) Educación (media en años): 12,1 años Etnia: caucásica, 853 (96,4%); no caucásica, 32 (3,6%)	USA	Se encontró una relación entre lo que los pacientes buscaron en la etiqueta y sus necesidades en la dieta.
32. Meuldijk et al ⁴⁴ , 1996	Encuesta	n=21 ♀ Edad: 20-76, media de 43 años Educación: alta, 11 (52,4%); medio, 7 (33,3%); bajo, 3 (14,3%)	Holanda	Los resultados mostraron que después de ser instruidas, las personas fueron capaces de elegir productos más bajos en grasa.

Tabla I (cont.)

Resumen de los estudios seleccionados relacionados con la información percibida por los consumidores a través del etiquetado sobre las grasas presentes en los alimentos

Artículo	Intervención	Población	Lugar	Conclusion principal
33. Shide et al ⁴⁵ , x	Cuestionario	n=48 ♀	USA	El estudio demostró la influencia de los factores cognitivos en la elección de los alimentos: los mensajes sobre el contenido de grasa influyen en las decisiones de consumo.
34. Reid et al ⁴⁶ , 1994	Cuestionario	n=149 ♀= 119; ♂= 30 Edad: 18-34, 60 (40%); 35-70, 89 (60%) Educación: ≤high school, 89 (60%); ≥2 ^{aria} , 60 (40%)	Canadá	Se concluyó que eran necesarios mayores esfuerzos educativos para que los consumidores pudieran realizar decisiones efectivas basadas en la lectura de la etiqueta en los ítems grasa y colesterol.
35. Aaron et al ⁴⁷ , 1994	Cuestionario	n=101 ♀= 70; ♂= 31 Edad: 18-75, media 40,5 años	Reino Unido	El efecto de la etiqueta dirigió los juicios en la dirección más consistente con las creencias individuales.
36. Hyman et al ⁴⁸ , 1993	Cuestionario	n=547 ♀=301 ; ♂= 246 Edad media: 40,7 (± 15,9) Educación (en años): ≤ 12 , 443 (81%); >12, 104 Etnia: blanca, 78 (14,3%); negra, 151 (27,6%); hispana, 296 (54,1%); otras, 22 (4%)	USA	Aunque los participantes en esta intervención (pacientes de bajos ingresos) tenían lagunas en conocimientos sobre el colesterol, se mostraron con actitud positiva e interesados en acciones para reducirlo, entre ellas, la lectura de etiquetas.

Tabla II

Calidad de los estudios a través de los 22 puntos de valoración de la guía STROBE

Artículo	Puntuación de los ítems del cuestionario																						Total	%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
Holmes et al ¹³	1	1	1	1	1	0,2	1	1	0,5	1	1	1	0,5	0,5	1	1	NP	1	1	1	1	NP	17,7	88,5
Hopper et al ¹⁴	1	1	1	1	0,2	1	1	1	0,5	0	1	1	1	0,5	1	1	1	1	0	1	1	NP	17,2	81,9
Carrillo et al ¹⁵	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	20	90,9
Lubman et al ¹⁶	1	1	1	1	0,2	1	1	1	0,5	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NP	18,7	89,04
Roberto et al ¹⁷	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NP	21	100
Rejman & Kasperska ¹⁸	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0,5	1	1	0,5	1	1	1	1	1	0	1	0	NP	17	80,95
Visschers & Siegrist ¹⁹	1	1	1	1	0,2	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	1	1	1	1	0	1	1	NP	18,7	89,04
Ollberding et al ²⁰	1	1	1	1	0,5	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NP	19,5	92,85
Ellis & Glanville ²¹	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0,5	1	1	1	1	0	1	1	NP	18,5	88,09
Gorton et al ²²	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0,7	1	1	1	1	1	1	1	1	20,7	94,09
Eckel et al ²³	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	21	95,45
Chan et al ²⁴	1	1	1	1	0,5	1	1	NP	0	1	NP	1	0,5	0,5	1	1	0	1	0	1	1	NP	14,5	76,31
Roefs & Jansen ²⁵	1	1	1	1	0,5	1	1	1	1	0	1	1	1	0,5	1	1	1	1	0	1	1	1	19	86,36
Huang et al ²⁶	1	1	1	1	0	0,5	1	1	1	0	1	1	0,5	1	1	1	1	1	0	1	1	NP	16	79,16
Lin et al ²⁷	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	NP	20	95,23

Tabla II (cont.)
Calidad de los estudios a través de los 22 puntos de valoración de la guía STROBE

Artículo	Puntuación de los ítems del cuestionario																						Total	%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
Steehuis et al ²⁸	1	1	1	1	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	1	1	1	1	1	1	1	NP	20	95,23
Reid et al ²⁹	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NP	21	100
Sanford et al ³⁰	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0,2	1	1	1	1	0	1	1	1	16,2	73,63
Yeomans et al ³¹	1	1	1	1	0,2	1	1	1	0	1	1	1	1	0,5	1	1	1	1	0	1	1	1	18,7	85
Kristal et al ³²	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NP	21	100
iller et al ³³	1	1	1	1	0,7	1	1	1	1	1	1	1	1	0,7	1	1	1	1	0	1	1	1	20,4	92,72
Smith et al ³⁴	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0,5	1	1	1	1	0	1	1	NP	18,5	88,09
Levy et al ³⁵	0,5	1	1	1	1	1	0,5	1	0	1	1	1	1	0,2	1	1	NP	1	1	1	1	1	18,2	86,66
Kim et al ³⁶	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	NP	19	90,47
Larsson et al ³⁷	1	1	1	1	0,7	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	19,7	89,54
Neuhouser et al ³⁸	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21,5	97,72
Engell et al ³⁹	1	1	1	1	0,7	1	1	1	0	1	1	1	1	0,7	1	1	1	1	0	1	1	1	19,4	88,18
Kähkönen & Tourila ⁴⁰	1	1	1	1	0,5	1	1	1	0	1	1	1	1	0,5	1	1	1	1	0	1	1	1	19	86,36
Bushman ⁴¹	1	1	1	1	0,5	1	1	1	0	1	1	1	1	0,2	1	1	1	1	1	1	1	NP	18,7	89,04
Westcombe & Wardle ⁴²	1	1	1	1	0,2	1	1	1	0	1	1	1	0,5	0,2	1	1	1	1	0	1	1	1	17,9	81,36
Kreuter et al ⁴³	1	1	1	1	0,5	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	19,5	88,63
Meuldijk et al ⁴⁴	0,5	1	1	1	0,2	0,5	1	1	0	1	1	1	0,2	0	1	1	1	1	1	1	1	NP	15,9	75,71
Shide & Rolls ⁴⁵	1	1	1	1	0,2	1	1	1	0	1	1	1	0,7	0,2	1	1	1	1	0	1	1	1	18,1	82,27
Reid & Handricks ⁴⁶	1	1	1	1	0,5	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	NP	18,5	88,09
Aaron et al ⁴⁷	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0,2	0,5	1	1	1	1	0	1	1	NP	16,7	79,52
Hyman et al ⁴⁸	1	1	1	1	0,7	1	1	1	1	1	1	1	0,7	1	1	1	1	1	0	1	1	1	20,4	92,72

Fonte: Adaptado por Otaegui-Arrazola A, et al. Eur J Nutr. 2013; 27.

Precio y lugar de compra/consumo

El precio se mostró como uno de los factores determinantes en la elección de los productos^{13,24}, por encima de la información en el etiquetado sobre contenido de grasa, calorías y símbolos saludables.

Los espacios de consumo influyeron en las decisiones de los individuos. No fue lo mismo una ingesta en el hogar que una ingesta en un restaurante¹³. El ambiente influyó en la selección de los productos a pesar de las intervenciones con etiquetado u otro tipo de informaciones^{13,28}.

Los supermercados resultaron ser espacios altamente competitivos, en los que el consumidor, además de la etiqueta y su contenido, valoró otras opciones como precio, marcas y variedad de productos. En esta situación, la intervención con material promocional no fue efectiva²⁸.

Dimensiones sensoriales

Cuando el precio no aparecía como factor determinante, eran las dimensiones sensoriales las que primordialmente determinaban la elección del producto^{14,15,24}. Así, se prefirieron los productos reducidos en grasa, a los 0% grasa¹⁹.

En productos sin etiqueta (sin información), los niños eligieron galletas con el contenido habitual de grasa³⁹. Lo mismo ocurrió en poblaciones adultas, en las que se utilizaron en la intervención salchichas⁴⁰ y queso⁴¹, prefiriendo los participantes los alimentos más grasos. Además, el contenido en grasa no resultaba ningún problema, todo lo contrario, era el sabor buscado por el consumidor^{39,40,41}.

Miller et al.³³ investigaron productos sustitutos de las grasas (olestra), que no aportaban triacilglicerol ni colesterol a los productos alimenticios, viendo que

producción similar saciedad y efecto sensorial reduciendo la ingesta de grasa y el aporte calórico.

Hábitos dietéticos

La motivación en la búsqueda del contenido de grasas de los productos a través de la etiqueta fue directamente proporcional a los hábitos dietéticos. Se confirmó la relación del uso de la etiqueta y la voluntad de cambiar de hábitos dietéticos^{32,38,43}. En este punto, no hubo disonancia cognitiva^{27,43,47}.

Si bien, la lectura del etiquetado nutricional se correspondió con la intención de seleccionar productos más saludables en cuanto a grasas y calorías, en ocasiones no fue suficiente para modificar el comportamiento²⁴. A veces, la expectativa sobre el producto y la novedad, fueron más influyentes en las decisiones de consumo²⁵. Incluso, la población utilizó los conocimientos y creencias que tenía anteriormente, sobre el contenido de grasa de los alimentos, más que la información nutricional aportada por la etiqueta³⁵. El efecto de la etiqueta dirigió los juicios en la dirección más consistente con las creencias individuales⁴⁷.

Muchas personas utilizaron las etiquetas en su intención de reducir la cantidad de grasas trans ingeridas²⁵. La opinión de los consumidores estadounidenses respecto a las grasas trans era similar a la de las grasas saturadas^{23,44}, constatándose que los mensajes sobre el contenido en grasa influyeron, sin duda, en las decisiones de consumo⁴⁵.

Los factores socio-demográficos (edad, sexo, educación, etnia) determinaron que en los adolescentes la lectura de la etiqueta no se tradujera en elecciones más saludables²⁶. Un trabajo³² demostró que las mujeres leyeron más las etiquetas que los hombres.

Empleo de logotipos

Entre los logos saludables, el *Traffic Light* fue uno de los más claramente interpretados en relación con el contenido de grasa¹⁷ en Estados Unidos. En Polonia, se conocía mejor el logo *My Choice*¹⁸; en este país las etiquetas no fueron consideradas buena fuente de información y tenían una baja influencia en las decisiones de compra. Además, se comprobó en la intervención, que la población no relacionaba salud y nutrición¹⁸. En Canadá, fue el logo *Health Check* la opción seleccionada cuando se deseaba consumir una dieta baja en grasas²⁹. Y, en Suecia, el *Green Keyhole*, que identifica productos reducidos en grasa y enriquecidos en fibra, fue interpretado correctamente por gran parte de la población³⁷. Ahora bien, algunos *claims* mostrados en la etiqueta fueron malinterpretados por los consumidores²², y en muchas ocasiones eran considerados como “licencias” para consumir mayor cantidad de estos productos^{24,34}. Es decir, la manera en que se expresó el mensaje, el *claim*, afectó a la percepción que se tuvo

del producto: no fue lo mismo encontrar el mensaje “95% libre de grasa”, “menos del 5% de grasa”, “sin grasa” o “saludable”^{30,31}. Esto confirmó la capacidad del etiquetado de alterar la percepción del producto, a pesar de indicar su composición real^{31,42}. De todos modos, estos mensajes visuales, sobre el contenido en grasa, influyeron sin duda en las decisiones de consumo⁴⁵.

Educación:

El conocimiento nutricional sobre las grasas no se asoció al sexo ni a la edad, sino al nivel educativo de la población^{15,16}. Y, el grado de aculturación no estuvo asociado con el uso de la etiqueta, sino con la complejidad en la información que ofrecían¹⁶. La educación fue un factor determinante en la interpretación adecuada de las etiquetas^{15,16}. Las poblaciones menos favorecidas (y con menor educación) malinterpretaron con mayor frecuencia la información en las etiquetas^{22,48}.

Tres trabajos^{44,46,48} demostraron que después de ser entrenadas en el uso de la etiqueta, las personas eran capaces de elegir productos más bajos en grasa, indicándose que las campañas educacionales debían incidir sobre la credibilidad y la fiabilidad en el etiquetado de la composición de los alimentos³⁴. También se indicaba que la formación en el uso de la etiqueta aportaba beneficios de gran importancia en términos de salud pública (ganancia de años-vida y ahorro de costes de atención médica)^{36,38}.

Poblaciones con lagunas en conocimientos sobre nutrición y con bajos ingresos, pero motivados en la reducción de grasa en su dieta, fueron capaces de disminuir la cantidad de grasa ingerida tras su entrenamiento en la lectura de la etiqueta⁴⁸.

Discusión

Los resultados obtenidos demuestran que existe gran preocupación por el contenido de grasas en la dieta. No obstante, esta inquietud no es un asunto nuevo. Con el término *Prudent diet* ya se definió en 1957 una dieta controlada en grasa y colesterol llevada a cabo a pacientes del departamento de salud de Nueva York en el Plan de Salud Coronaria⁴⁹.

En este sentido, que la mayor cantidad de intervenciones tuviera lugar en Norteamérica, se debe a que en este lugar la obesidad se ha reconocido como una enfermedad. Más de un 33% de los adultos y el 17% de los jóvenes en los Estados Unidos son obesos (aunque la prevalencia se mantuvo estable entre 2003 y 2010)⁵⁰, y su ingesta calórica y de grasas está directamente relacionada con esta pandemia.

La influencia del precio a la hora de la elección del alimento por delante de otras consideraciones ya ha sido tratada en anteriores estudios⁵¹ y ha quedado patente, como se ha visto en esta revisión, que incluso ensombrece las consideraciones nutricionales que pueda

aportar la etiqueta⁵²; la realidad en los supermercados fue que los consumidores se fijaban más en el precio en la etiqueta nutricional⁵³. A la vez, se sugiere que el ambiente en donde se realiza el consumo de alimentos puede influir en el comportamiento del consumidor⁵⁴, es conocido que comer fuera de casa es uno de los muchos factores que contribuyen a la obesidad⁵⁵, por lo que informar del número de calorías de los productos en restaurantes y cafeterías tiene un efecto muy positivo a la hora de disminuir el número de calorías consumidas^{56,57}. Los estudiantes, al efectuar la selección de los alimentos en los comedores afirman que sería deseable conocer la composición nutricional antes de elegir los alimentos⁵¹. En todo caso, las circunstancias que rodean al evento de consumo (cumpleaños, comidas familiares, encuentros entre amigos, etc.) tienen mucho que ver con la ingesta de grasa y calórica.

Las dimensiones sensoriales también tienen un importante papel en cuanto a la elección de los alimentos, el inconveniente de los productos más bajos en grasas fue que el sabor, la textura y la sensación en boca no fueron muy agradables y se redujo la percepción de frescura y la vida útil. El consumidor los percibió como de menor calidad y además, por lo general son productos más caros⁵⁸. Hay que ser realista y tener en cuenta que hay productos como los quesos curados, el chocolate, la mantequilla, los embutidos, ..., donde la posibilidad del producto bajo en grasas tiene poca o nula aceptación. No sólo porque se desvirtuaría por completo la esencia del producto, sino porque el consumidor cuando toma esta opción busca las cualidades organolépticas del producto. Las sensaciones, sobre todo de sabor y aroma, tienen mucho que ver en las decisiones de consumo⁵⁹. Los productos “bajos en grasa” fueron mejor considerados cuando se facilitó la información calórica en la etiqueta⁶⁰. Como quedó patente en los resultados, los hábitos dietéticos se impusieron sobre la información nutricional aportada por la etiqueta. Estas costumbres, difíciles de erradicar, pueden ser paliadas mediante reducciones voluntarias, por parte de la industria alimentaria, de los niveles de grasas en los productos elaborados, como ya ha sucedido en Canadá⁶¹. La opción de reformular los productos alimenticios, siempre y cuando no se llegue a alterar sus características organolépticas también se ha realizado, de modo efectivo, con otros nutrientes como la sal^{59,62,63}. Bien es cierto que la sensibilización de la población respecto al consumo de grasas ha ido aumentando en muchos lugares del mundo, lo que ha dado lugar a cambios en la composición de los alimentos, aconsejado, y otras veces impuesto, por las legislaciones^{64,66}. Las políticas destinadas a limitar el contenido de grasas en los alimentos (sobre todo de AGT) se han demostrado factibles, viables y que pueden tener un efecto sobre la salud pública⁶⁶.

La sustitución de las grasas por otros productos (olestra) que aportaban similar saciedad sensorial, se consideraron útiles por la reducción de ingesta de colesterol. Sin embargo su uso no se ha extendido a causa de los efectos secundarios asociados (en ocasiones esteatorrea y síndrome de malabsorción)^{67,68}.

Mientras que los datos ofrecidos en la etiqueta no siempre fueron comprendidos, la utilización de logotipos sirvió para señalar que el alimento era “bueno para comer” o “bueno para la salud”, indicando, de forma más o menos llamativa, productos con un contenido de grasa más adecuado^{69,70}. Este hecho justifica el uso de “logos” que faciliten al consumidor esta información. Hay estudios previos donde se ha probado la efectividad de los símbolos saludables para transmitir mensajes a los consumidores⁷¹⁻⁷³ y ha quedado patente que los consumidores entienden y valoran mejor estos pictogramas a la hora de tomar decisiones saludables de compra⁷⁴, reforzando la opinión de que la inclusión de símbolos fácilmente entendibles favorece la correcta elección y, mejor aún, si estos logotipos estuvieran normalizados^{59,75,76}. Por el contrario, ciertos tipos de “reclamos” o expresiones no ayudaban a los consumidores a elegir alimentos bajos en grasas saturadas, sodio o azúcar^{73,77}; anuncios como “sin grasas trans”, no significaban que los productos eran bajos en grasa, incluso podían tener un alto contenido en grasas saturadas poco saludables^{78,79}.

Como queda reflejado en los resultados, la educación fue asimismo un factor determinante en la interpretación adecuada de las etiquetas. A pesar de ello, los intentos de promover el “consumidor informado” no han logrado el éxito esperado⁸⁰. Los consumidores más formados se mostraron a favor de un etiquetado específico, por el derecho a conocer y a tomar de decisiones de consumo informadas^{53,81}. El hecho de que fueran las mujeres las que más consultaron el etiquetado nutricional puede ayudar a la hora de la compra ya que se conoce que el nivel de formación se relacionó significativamente con el uso de alimentos bajos en grasa. Por lo tanto, la aplicación de etiquetas se correlacionó con el nivel educativo y el conocimiento nutricional de las mujeres^{82,83}. Es cierto, que la información del contenido calórico es una vía para educar a los consumidores; sin embargo, teniendo en cuenta los factores que compiten en las decisiones de elección de los alimentos, así como las realidades del hambre y la pobreza, se necesitan medidas más proactivas⁸⁴. En este apartado, cabe destacar la relevancia que tiene el apoyo de los medios de comunicación y las escuelas como instrumentos para difundir y explicar los mensajes saludables⁵⁹. Los folletos, posters, murales y tablas tuvieron efectos beneficiosos y significativos en la elección de los productos más sanos⁷³.

Como posible limitación se podría señalar que es preferible basar una revisión sistemática en estudios con periodos de seguimiento adecuados, así como circunscribirla a trabajos con un apropiado diseño que garanticen la evidencia científica de las conclusiones finales; aún así, se decidió incluir todos los trabajos recuperados y considerados como pertinentes, con la única condición de haber efectuado una intervención poblacional sobre repercusiones del etiquetado o la rotulación de los alimentos. No se limitó el tamaño de la población para poder abarcar el máximo número de artículos posibles,

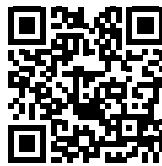
incidiendo, como ya se ha comentado, en la intervención efectuada. Queda patente, que la población existente en los estudios revisados presentaba datos muy diversos en relación con la edad, género o etnia, incluso en algunos trabajos no se aportaban datos sobre la misma.

En todo caso habrá que tener en cuenta que las personas no siempre hacen elecciones alimentarias basadas en criterios de salud, sino también en sus ingresos económicos, ocupación, actividades lúdicas, educación, etnia, geografía, residencia rural o urbana, religión, conocimientos nutricionales y características fisiológicas. Partiendo de esta premisa, se puede concluir que el etiquetado sobre el contenido de grasa en los alimentos es una buena ayuda a la hora de tomar decisiones de consumo. La educación nutricional y de los significados de las etiquetas es fundamental y se mostró efectiva aunque no se haya logrado el "consumidor informado". Se deberían dirigir las acciones formativas hacia las creencias y actitudes anteriores de los consumidores para hacer coherente el mensaje de salud y alimentación. Las etiquetas deberían ser homogéneas y reales a la hora de expresar composición o exponer logotipos. Los mensajes incluidos en el empaquetado deben ser claros y no inducir a engaño.

References

1. Fischler C. El (h)omnívoro. Barcelona, España: Editorial Anagrama; 1995.
2. Harris M. Bueno para comer. Madrid, España: Alianza Editorial; 1995.
3. Fennema OR. Química de los alimentos. Zaragoza, España: Editorial Acribia; 1993.
4. Ziller S. Grasas y aceites alimentarios. Zaragoza, España: Editorial Acribia; 1996.
5. Ratnayake WM, L'Abbe MR, Mozaffarian D. Nationwide product reformulations to reduce trans fatty acids in Canada: when trans fat goes out, what goes in? *Eur J Clin Nutr* 2009;63:808-11.
6. Ballesteros-Vásquez MN, Valenzuela-Calvillo LS, Artalejo-Ochoa E, Robles-Sardín AE. Ácidos grasos trans: un análisis del efecto de su consumo en la salud humana, regulación en alimentos y alternativas para disminuirlos. *Nutr Hosp* 2012;27:54-64.
7. L'Abbe MR, Stender S, Skeaff M, Ghafoorunissa, Tavella M. Approaches to removing trans fats from the food supply in industrialized and developing countries. *Eur J Clin Nutr* 2009;63:S50-S67.
8. Kummerow F A. The negative effects of hydrogenated trans fats and what to do about them. *Atherosclerosis* 2009;205:458-65.
9. Office of Nutritional Products, Labeling, and Dietary Supplements. Guidance for industry: trans fatty acids in nutrition labeling, nutrient content claims, health claims [monograph on Internet]. Washington: Food and Drug Administration; 2003 [accessed 18 Feb 2014; updated 2 Jul 2014]. Available from: <http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/LabelingNutrition/ucm053479.htm>
10. Organización Panamericana de la Salud (OPS). Declaración de Río de Janeiro: Las Américas libres de ácidos grasos trans. Río de Janeiro: OPS; 2008.
11. Reglamento (UE) N° 1047/2012 de la Comisión, de 8 de noviembre de 2012, por el que se modifica el Reglamento (CE) N° 1924/2006 en lo relativo a la lista de declaraciones nutricionales. Diario Oficial de la Unión Europea L 310/36 (9 nov 2012).
12. Wanden-Berghe C, Sanz-Valero J. Systematic reviews in nutrition: standardized methodology. *Br J Nutr* 2012;107:S3-7.
13. Holmes AS, Serrano EL, Machin JE, Duetsch T, Davis GC. Effect of different children's menu labeling designs on family purchases. *Appetite* 2013;(62):198-202.
14. Hoppert K, Mai R, Zahn S, Hoffmann S, Rohm H. Integrating sensory evaluation in adaptive conjoint analysis to elaborate the conflicting influence of intrinsic and extrinsic attributes on food choice. *Appetite* 2012;59:949-55.
15. Carrillo E, Varela P, Fiszman S. Influence of nutritional knowledge on the use and interpretation of Spanish nutritional food label. *J Food Sci* 2012;77:H1-8.
16. Lubman N, Doak C, Jasti S. Food label use and food label skills among immigrants from the Former Soviet Union. *J Nutr Educ Behav* 2012;44:398-406.
17. Roberto CA, Bragg MA, Schwartz MB, et al. Facts up front versus traffic light food labels: a randomized controlled trial. *Am J Prev Med* 2012;43:134-41.
18. Rejman K, Kasperska A. Nutritional and health benefits as the determinants of food choice in Polish consumers. *Perspect Public Health* 2011;131:262-6.
19. Visschers VH, Siegrist M. When reduced fat increases preference. How fat reduction in nutrition tablets and numeracy skills affect food choices. *Appetite* 2010;55:730-3.
20. Ollberding NJ, Wolf RL, Contento I. Food label use and its relation to dietary intake among US adults. *J Am Diet Assoc* 2010;110:1233-7.
21. Ellis S, Glanville NT. Trans fat information on food labels: consumer use and interpretation. *Can J of Diet Pract Res* 2010;71:6-10.
22. Gorton D, Mhurchu CN, Bramley D, Dixon R. Interpretation of two nutrition content claims: a New Zealand survey. *Aust NZ J Public Health* 2010;34:57-62.
23. Eckel RH, Kris-Etherton P, Lichtenstein AH, et al. American awareness, knowledge and behaviors regarding fats: 2006-2007. *J Am Diet Assoc* 2009;109:288-96.
24. Chan C, Patch C, Williams P. Australian consumers are skeptical about but influenced by claims about fat on food labels. *Eur J Clin Nutr* 2005. 59:148-51.
25. Roefs A, Jansen A. The effect of information about fat content on food consumption in overweight/obese and lean people. *Appetite* 2004;43:319-22.
26. Huang TT, Kaur H, McCarter KS, Nazir N, Choi WS, Ahluwalia JS. Reading nutrition labels and fat consumption in adolescents. *J Adolesc Health* 2004;35:399-401.
27. Lin CT, Lee JY, Yen ST. Do dietary intakes affect search for nutrient information on food label?. *Soc Sci Med* 2004;59:1955-67.
28. Steehuis I, van Assema P, van Breukelen G, Glanz K. The effectiveness of nutrition education and labeling in Dutch supermarkets. *Am J Health Promot* 2004;18:221-4.
29. Reid RD, Slovinec D'Angelo ME, Dombrow CA, Heshka JT, Dean TR. The heart and stroke foundation of Canada's health check food information program: modeling program effects on consumer behaviour and dietary practices. *Can J Public Health* 2004;95:146-50.
30. Sanford AJ, Fay N, Stewart A, Moxey L. Perspective in statements of quantity, with implications for consumer psychology. *Psychol Sci* 2002;13(2):130-4.
31. Yeomans MR, Lartamo S, Procter EL, Lee MD, Gray RW. The actual, but not labeled, fat content of a soup preload alters short-term appetite in healthy men. *Physiol Behav* 2001;73:533-40.
32. Kristal AR, Hedderson MM, Patterson RE, M. Neuhouser. Predictors of self-initiated, healthful dietary change. *J Am Diet Assoc* 2001;101:762-6.
33. Miller DL, Bell EA, Pelkman CL, Peters JC, Rolls BJ. Effects of dietary fat, nutrition labels and repeated consumption on sensory-specific satiety. *Physiol Behav* 2000;71:153-8.
34. Smith SC, Taylor JG, Stephen AM. Use of food labels and beliefs about diet-disease relationships among university students. *Public Health Nutr* 2000;3:175-82.
35. Levy L, Patterson RE, Kristal AR, Li SS. How well do consumers understand percentage daily value on food labels? *Am J Health Promot* 2000;14:157-60.
36. Kim SY, Nayga RM, Capps O. The effect of food label use on nutrient intakes: an endogenous switching regression analysis. *J Agr Resour Econ* 2000;25:215-31.

37. Larsson I, Lissner L, Wilhelmsen L. The "Green Keyhole" revisited: nutritional knowledge may influence food selection. *Eur J Clin Nutr* 1999;53:776-80.
38. Neuhouwer ML, Kristal AR, Patterson RE. Use of food nutrition labels is associated with lower fat intake. *J Am Diet Assoc* 1999;99:45-53.
39. Engell D, Bordi P, Borja M, Lambert C, Rolls BJ. Effects of information about fat content on food preferences in pre-adolescent children. *Appetite* 1998;30:269-82.
40. Kähkönen P, Tourila H. Effect of reduced-fat information on expected and actual hedonic and sensory ratings of sausage. *Appetite* 1998;30:13-23.
41. Bushman BJ. Effects of warning and information labels on consumption of full-fat, reduced-fat and no-fat products. *J Appl Psychol* 1998;83:97-101.
42. Westcombe A, Wardle J. Influence of relative fat content information on responses to three foods. *Appetite* 1997;28:49-62.
43. Kreuter MW, Brennan LK, Scharff DP, Lukwago SN. Do nutrition label readers eat healthier diets? Behavioral correlates of adults' use of food labels. *Am J Prev Med* 1997;13:277-83.
44. Meuldijk S, van Assema P, van Dis I, Mudde A. Helpfulness of nutritional value labels in choosing low-fat products. *J Nutr Educ* 1996;28:348-52.
45. Shide DJ, Rolls BJ. Information about the fat content of preloads influences energy intake in healthy women. *J Am Diet Assoc* 1995;95:993-8.
46. Reid DJ, Handricks SM. Consumer understanding and use of fat and cholesterol information on food labels. *Can J Public Health* 1994;85:334-7.
47. Aaron JI, Mala DJ, Evans RE. The influences of attitudes, beliefs and label information on perceptions of reduced-fat spread. *Appetite* 1994;22:25-37.
48. Hyman DJ, Simons-Morton DG, Ho K, Dunn JK, Rubovits DS. Cholesterol-related knowledge, attitudes and behaviors in a low-income, urban patient population. *Am J Prev Med* 1993;9:282-9.
49. Livingston GE. The prudent diet: What? Why? How? *Prev Med* 1973;2:321-8.
50. Ogden CL, Carroll MD, Kit BK, Flegal KM. Prevalence of childhood and adult obesity in the United States, 2011-2012. *JAMA* 2014;311:806-14.
51. Kolodinsky J, Grren J, Michahelles M, Harvey-Berino JR. The use of nutritional labels: students in a food-court by college setting. *J Am Coll Health* 2008; 86:297-301.
52. Waterlander WE, Steenhuis IH, de Boer MR, Schuit AJ, Seidell JC. Effects of different discount levels on healthy products coupled with a healthy choice label, special offer label or both: results from a web-based supermarket experiment. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2013;10:59.
53. Sebastián-Ponce MI, Sanz-Valero J, Wanden-Berghe C. Consumer reaction to information on the labels of genetically modified food. *Rev Saúde Pública* 2014;48:1-12.
54. Fiske A, Cullen KW. Effects of promotional materials on vending sales of low-fat items in teachers' lounges. *J Am Diet Assoc* 2004;104:90-3.
55. McGuffin LE, Wallace JM, McCrorie TA, Price RK, Pourshahidi LK, Livingstone MB. Family eating out-of-home: a review of nutrition and health policies. *Proc Nutr Soc* 2013;72:126-39.
56. Harnack LJ, French SA. Effect of point-of-purchase calorie labeling on restaurant and cafeteria food choices: a review of the literature. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2008;5:51.
57. Sebastián-Ponce MI, Sanz-Valero J, Wanden-Berghe C. Etiquetado y rotulación de los alimentos en la prevención del sobrepeso y la obesidad: una revisión sistemática. *Cad Saúde Pública* 2011;27:2083-94.
58. Sharp T. Technical constraints in the development of reduced-fat bakery products. *Proc Nutr Soc* 2001;60:489-96.
59. Sanz-Valero J, Sebastián-Ponce MI, Wanden-Berghe C. Intervenciones para reducir el consumo de sal a través del etiquetado. *Rev Panam Salud Publica* 2012;31:332-7.
60. Cowburn G, Stockley L. Consumer understanding and use of nutrition labelling: a systematic review. *Public Health Nutr* 2005;8:21-8.
61. Ratnayake WM, L'Abbé MR, Farnworth S, et al. Trans fatty acids: current contents in Canadian foods and estimated intake levels for the Canadian population. *JAOAC Int* 2009;92:1258-76.
62. Kaplan NM. The dietary guideline for sodium: should we shake it up? No. *Am J Clin Nutr* 2000;71:1020-6.
63. Legowski B, Legetic B. How three countries in the Americas are fortifying dietary salt reduction: a north and south perspective. *Health Policy* 2011;102:26-33.
64. Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation. *FAO Food Nutr Pap* 2010;91:1-166.
65. L'Abbe´ MR, Stender S, Skeaff M, Ghafoorunissa, Tavella M. Approaches to removing trans fat from the food supply in industrialized and developing countries. *Eur J Clin Nutr* 2009;63 Suppl 2:50-67.
66. Downs SM, Thow AM, Leeder SR. The effectiveness of policies for reducing dietary fats: a systematic review of the evidence. *Bull World Health Organ* 2013;91:262-9.
67. Freston JW, Ahnen DJ, Czinn SJ, et al. Review and analysis of the effects of olestra, a dietary fat substitute, on gastrointestinal function and symptoms. *Regul Toxicol Pharmacol* 1997;26:210-8.
68. Thomson AB, Hunt RH, Zorich NL. Review article: olestra and its gastrointestinal safety. *Aliment Pharmacol Ther* 1998;12:1185-200.
69. Lupton JR, Balentine DA, Black RM, et al. The Smart Choices front-of-package nutrition labeling program: rationale and development of the nutrition criteria. *Am J Clin Nutr* 2010;91:S1078-89.
70. Gladding P, Benatar JR. Trans fat in New Zealand: time for labeling regulations?. *N Z Med J* 2007;9:U2801.
71. Montero Marín A, Limia Sánchez A, Franco Vargas E, Belmonte Cortés S. Estudio de declaraciones nutricionales y saludables en el etiquetado de leches fermentadas. *Nutr Hosp* 2006;21:338-45.
72. Kelly B, Hughes C, Chapman K, et al. Consumer testing of the acceptability and effectiveness of front-of-pack food labelling systems for the Australian grocery market. *Health Promot Int* 2009;24:120-9.
73. Colby SE, Johnson L, Scheett A, Hoverson B. Nutrition Marketing on Food Labels. *J Nutr Educ Behav* 2010;42:92-8.
74. Hersey JC, Wohlgenant KC, Arsenault JE, Kosa KM, Muth MK. Effects of front-of-package and shelf nutrition labeling systems on consumers. *Nutr Rev* 2013;71:1-14.
75. Laethwood PD, Richardson DP, Sträter P, Todd PM, van Trijp HC. Consumer understanding of nutrition and health claims: sources of evidence. *Br J Nutr* 2007;98:474-84.
76. Hooker NH, Teratanavat R. Dissecting qualified health claims: evidence from experimental studies. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2008;48:160-76.
77. Nancy Babio, López L, Salas-Salvadó J. Análisis de la capacidad de elección de alimentos saludables por parte de los consumidores en referencia a dos modelos de etiquetado nutricional; estudio cruzado. *Nutr Hosp* 2013;28:173-81.
78. Remig V, Franklin B, Margolis S, Kostas G, Nece T, Street JC. Trans fats in America: a review of their use, consumption, health implications, and regulation. *J Am Diet Assoc* 2010;110:585-92.
79. Moss J. Labeling of trans fatty acid content in food, regulations and limits – The FDA view. *Atheroscler Suppl* 2006;7:57-9.
80. Borgmeier I, Westenhoefer J. Impact of different food label formats on healthiness evaluation and food choice of consumers: a randomized-controlled study. *BMC Public Health* 2009;9:184.
81. Subrahmanyam S, Cheng PS. Perceptions and attitudes of Singaporeans towards genetically modified food. *J Consum Aff* 2000;34:269-90.
82. Ahmadi A, Torkamani P, Sohrabi Z, Ghahremani F. Nutrition knowledge: application and perception of food labels among women. *Pak J Biol Sci* 2013;16:2026-30.
83. Moreno Alcalde S, Ruiz-Roso B, Pérez-Olleros L, Belmonte Cortés S. Contenido de ácidos grasos trans en alimentos comercializados en la Comunidad de Madrid (España). *Nutr Hosp* 2014;29:180-186
84. Gordon C, Hayes R. Counting calories: resident perspectives on calorie labeling in New York City. *J Nutr Educ Behav* 2012;44:454-8.



Revisión

Métodos de evaluación de programas nutricionales de gran escala en América Latina: una revisión integrativa

Luz Stella Álvarez Castaño, Elsurry Johana Pérez Isaza, Juan Diego Góez Rueda, Ana Rivera Jaramillo y Carolina Peña Ochoa

Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, Ciudadela Robledo, Medellín, Colombia.

Resumen

Introducción: La evaluación de programas es un campo de conocimiento en proceso de consolidación en el cual intervienen diferentes disciplinas y que utiliza herramientas de la investigación social aunque tiene objetivos particulares que la distinguen de ella.

Objetivo: Identificar los diseños metodológicos con los que se están evaluando los programas nutricionales en América Latina, incluyendo los tipos de estudio realizados en las evaluaciones, las dimensiones evaluadas y los indicadores utilizados.

Metodología: Se realizó una revisión integrativa. Se revisaron diferentes bases de datos electrónicas, se realizó una búsqueda manual y se consultaron páginas web institucionales.

Resultados: Se analizaron 92 evaluaciones de 40 programas; se encontró que en la mayoría de los casos no es explícito el diseño metodológico utilizado en la evaluación. En aquellos casos en que sí se hace, se evidencian tres diseños mayormente aplicados: consistencia y resultados, modelo multidimensional y la triangulación de métodos. Las dimensiones que comúnmente se evalúan son el impacto y los resultados de los programas y en menor medida su estructura y procesos. Los tipos de estudio más usados para medir el impacto de los programas nutricionales continúan siendo de naturaleza cuantitativa especialmente los cuasi-experimentales, sin embargo hay una búsqueda por utilizar herramientas cualitativas que den cuenta de las percepciones de los actores involucrados.

Conclusiones: Se encontró interés en algunas instituciones de realizar evaluaciones que se fundamentan en nuevos paradigmas y exploran combinación de métodos, objetivos e indicadores.

(Nutr Hosp. 2015;31:143-154)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7498

Palabras claves: *Evaluación en salud. Evaluación de programas y proyectos de salud. Programas nutricionales. Seguridad alimentaria. Estado nutricional. Política social.*

Correspondencia: Luz Stella Álvarez Castaño.
Carrera 75 No. 65 – 87. Bloque 44 oficina 112.
Universidad de Antioquia, Ciudadela Robledo.
Medellín, Colombia.
E-mail: luzalvarez49@yahoo.com

Recibido: 8-IV-2014.
1.ª Revisión: 20-VI-2014.
Aceptado: 17-VIII-2014.

METHODS FOR EVALUATING LARGE-SCALE NUTRITION PROGRAMS IN LATIN AMERICA: AN INTEGRATIVE REVIEW

Abstract

Introduction: The evaluation of social programs is a field of knowledge in consolidation, involving different disciplines. It uses the social research tools but have particular goals that distinguish from it.

Objective: This study aimed to identify methodological designs currently used to evaluate the nutritional programs in Latin America, including the types of studies conducted on the assessments, the dimensions assessed and indicators used.

Methods: An integrative revision was carried out. Several electronic databases were consulted; likewise web pages of international agencies and institutions were searched by using a manual process.

Results: 92 evaluations of 40 programs were analyzed, we found that in most cases no explicit methodological design was used in the evaluation. In those cases where it do, mostly showed three designs: *consistency and results, multidimensional model and triangulation of methods*. The dimensions mostly assessed are the program's impact and outcomes and to a lesser extent its structure and process. The types of study used to measure the impact of nutritional programs remain quantitative in nature especially quasi-experimental, however there is an effort made by some scholars by using qualitative tools that account for the perceptions of the actors involved. **Conclusions.** We found an interest in some institutions for carrying out assessments based on new paradigms and exploring combination of methods, objectives and indicators.

(Nutr Hosp. 2015;31:143-154)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7498

Key words: *Health evaluation. Program evaluation, nutrition programs. Food security. Nutritional status. Social policy.*

Introducción

En la mayoría de países de América Latina, los programas sociales surgieron de la mano de la acción social de la iglesia católica hasta el siglo XIX y a partir de ese momento pasaron a manos de los nacientes estados nacionales. Al finalizar la segunda guerra mundial estos programas se convirtieron en políticas sociales más consolidadas como parte de los sistemas de protección social y su objetivo fue mejorar las condiciones de vida de la sociedad en el campo del empleo, la educación, la vivienda, la nutrición, los servicios básicos, entre otros^{1,2}.

Este modelo entró en crisis en la década de los 70 y algunos atribuyeron la causa principal al exagerado intervencionismo estatal; a partir de ahí se generó un cambio en las políticas sociales, llamado “reformas de primera generación” que consistió en aplicar políticas de descentralización, privatización de empresas públicas, menor injerencia del Estado y empleo de mecanismos del mercado como nueva centralidad³. En la década de los 90 las condiciones de pobreza y pobreza extrema habían aumentado³. Por esa razón los Estados aplicaron las “reformas de segunda generación”, centradas en la eficiencia de la provisión de servicios, la efectividad para mejorar su cobertura y calidad, así como el reforzamiento de las condiciones para el desarrollo de la actividad privada³.

Según Vara-Horna (2007), la preocupación por la eficiencia en la gestión pública llevó a los gobiernos a la focalización de sus intervenciones sociales. Además, las entidades financiadoras y los organismos multilaterales presionaron para que se lograra mayor precisión en los resultados, basados en la evaluación de los programas y políticas sociales⁴. Este escenario enfatizó la necesidad de ejecutar políticas sociales que maximizaran la eficiencia, la participación de los beneficiarios y la focalización. En función de eso, se hizo imperativo el monitoreo y la evaluación de los programas, contemplando la evaluación de los procesos, los impactos y la eficiencia de las acciones⁵. Estas evaluaciones en sus inicios se centraron sobre los aspectos técnicos, económicos y financieros de los programas, tendiendo principalmente a determinar la relación costo-beneficio, buscando comparar la rentabilidad de los proyectos y de los programas sociales⁶.

Varios autores coinciden en que la evaluación de programas sociales utiliza métodos y técnicas propias de la investigación social pero es un campo disciplinario independiente con objetivos y retos específicos, como por ejemplo, el establecimiento de recomendaciones para mejorar los programas y la asociación política^{7,8}. El principal enfoque que ha predominado en la evaluación es el método funcionalista clásico, enmarcado en la matriz positivista, que ejerció influencia dominante en la investigación evaluativa en sus orígenes hasta los años de 1980. Marcado por una tradición tecnocrática y por una perspectiva cuantitativa y comportamental, privilegia la medición de los resultados, a partir de objetivos predefinidos, desconociendo los

aspectos políticos involucrados en la formulación e implementación de las políticas públicas, así como el contexto en el que tales políticas se desarrollan⁹⁻¹².

En el campo nutricional, el desarrollo de programas poblacionales a gran escala tiene una amplia tradición en América Latina¹³. Según el Banco Mundial estas intervenciones se pueden agrupar en: programas de suplementación, fortificación, educación nutricional, agricultura familiar, subsidio a los precios de los alimentos y transferencias condicionadas. En cuanto a su evaluación el enfoque más difundido es el de la evaluación de impacto, haciendo énfasis en los resultados biológicos de los programas, usando la metodología de comparación entre grupos o territorios intervenidos con otros que no tengan la intervención o programa, es decir, ensayos controlados aleatorios o RCT por sus siglas en inglés¹⁴. Buena parte de la literatura sobre la evaluación de programas nutricionales se ha especializado en las consideraciones metodológicas que permiten usar las técnicas cuantitativas con el debido rigor para derivar inferencias de sus resultados¹⁵⁻¹⁷.

La mayoría de autores coincide en que a partir de los años 1990 en el campo de la evaluación de programas sociales se observa una tendencia que busca ir más allá de la visión positivista en dirección de abordajes más exhaustivos que valoran la articulación de metodologías cuantitativas y cualitativas, así como la consideración de las variables contextuales y de los aspectos políticos que permean los procesos de las políticas públicas, inclusive el propio proceso de evaluación¹⁸⁻²⁰. El objetivo de este trabajo fue caracterizar la manera como están siendo evaluados los programas nutricionales poblacionales también denominados a gran escala, implementados en América Latina.

Metodología

Se llevó a cabo una revisión integrativa, tipo de investigación realizado para facilitar la síntesis de múltiples estudios publicados, con el fin de posibilitar conclusiones generales respecto a un determinado tópico de estudio^{21,22}. Esta metodología permite la inclusión de investigaciones que usan diferentes enfoques metodológicos, incluyendo experimentales y no experimentales, así como experiencias prácticas y análisis de política. Su objetivo es el desarrollo de teoría y brindar información para la práctica^{21,22}. Los métodos para la realización de revisiones integrativas presentan variaciones, sin embargo, se deben seguir algunos patrones en su realización²³. Este estudio se desarrolló en seis etapas:

1. *Identificación del tema y pregunta de investigación*: Se partió de la pregunta: ¿Qué diseño (s) metodológico (s) se utilizan cuando se evalúan los programas nutricionales en América Latina? Y preguntas complementarias: ¿cuáles son los tipos de estudio utilizados, las dimensiones evaluadas y los sujetos de la evaluación?

2. *Definición de los criterios para la selección y búsqueda:* Se realizó una búsqueda bibliográfica de artículos e informes sobre evaluaciones de programas sociales implementados en América Latina que tuvieran un componente alimentario o nutricional. La búsqueda se realizó en el primer semestre del 2012, en las siguientes bases de datos electrónicas: PubMed, Scielo, Lilacs y la Biblioteca Virtual en Salud (BIREME). Se utilizaron los Medical Subject Headings (MeSH): “evaluation and nutritional Program”, “food supply and evaluation”, “nutrition status and evaluation”, y los Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS); “evaluación de programas y seguridad alimentaria y nutricional”, “evaluación de programas y nutrición” y “evaluación de programas y asistencia alimentaria”. Adicionalmente se llevó a cabo una búsqueda manual en los sitios web de las siguientes instituciones internacionales: Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo, International Food Policy Research Institute, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal). Finalmente se realizó la búsqueda en Google.

Criterios de inclusión y de exclusión

La selección de los artículos se efectuó en cuatro etapas: En la primera se realizó la búsqueda aplicando los DeCS y los MeSH mencionados, en

la segunda etapa se definió como temporalidad publicaciones realizadas desde 01/01/2000 hasta el 31/12/2011, se incluyeron artículos escritos en los idiomas Inglés, Español o Portugués y que estuvieran disponible en texto completo, en la tercera etapa se revisaron los abstract y se excluyeron los artículos que no pertenecieran a programas Latinoamericanos, que no se trataban de evaluaciones a programas poblacionales si no a intervenciones en pequeños grupos o grupos con alguna condición de salud específica y que se trataran de estudios clínicos. En la cuarta etapa se leyeron los documentos seleccionados y se descartaron aquellos en donde el objeto de la evaluación no era el componente nutricional del Programa y los artículos que estuvieran repetidos con informes publicados por las otras fuentes consultadas (Figura 1).

La búsqueda en las páginas web institucionales se hizo de manera intencionada, seleccionando evaluaciones de programas sociales que tuvieran un componente nutricional que estuviera siendo evaluado, en el periodo de tiempo establecido. La búsqueda en Google se realizó utilizando la frase “evaluación de programas sociales” restringiendo a documentos en el mismo periodo establecido y en formato PDF. Se encontraron 241 documentos. En Google Scholar se realizó la búsqueda con las palabras “evaluation nutrition” restringida al periodo de tiempo establecido. Se obtuvieron 552 registros para un total de 793. En ambos casos se excluyeron las evaluaciones de programas que no fueran realizados en países latinoamericanos, que no incluyeran el componente nutricional como objeto de la evaluación, que no se trataban de

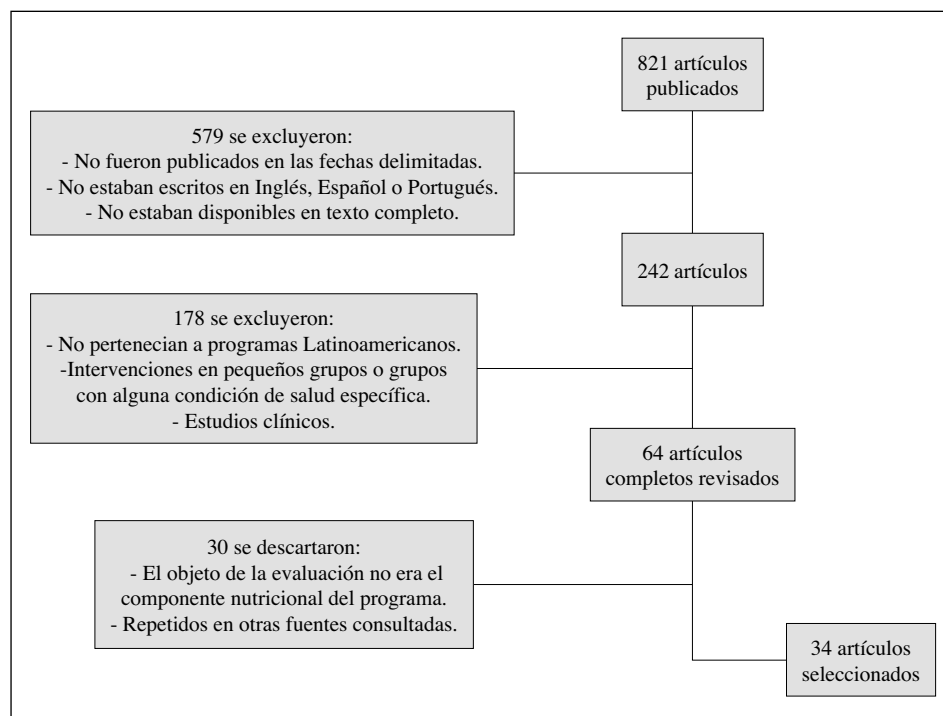


Fig. 1.—Diagrama de flujo de búsqueda y resultados.

evaluaciones a programas poblacionales si no a intervenciones en pequeños grupos o grupos con alguna condición de salud específica y que fueran estudios clínicos Finalmente se obtuvieron 52 informes provenientes de las páginas web institucionales y de Google.

3. *Evaluación de los estudios incluidos en la revisión.* Una vez aplicados los criterios mencionados no se aplicaron otras condiciones para incluir las evaluaciones, ni se formularon exigencias metodológicas, porque el objetivo de esta investigación era precisamente describir los diseños metodológicos usados para evaluar programas nutricionales, no llegar a conclusiones sobre sus resultados.
4. *Definición de la información a ser extraída de los estudios seleccionados:* Se recolectó y analizó la siguiente información: *Características de los programas* evaluados incluyendo país, población beneficiaria, nivel de cobertura, tipo de servicio o bien nutricional entregado, condicionalidades exigidas. *Características de las evaluaciones:* año en que fueron realizadas, entidad que la realizó, entidad financiadora de la evaluación, fuentes en que fueron publicadas. *Aspectos evaluados en los programas, tipos de estudios realizados para la evaluación y diseños metodológicos utilizados.* La información se registró y procesó en Microsoft Office Excel. En los siguientes párrafos se describe con mayor detalle la información recolectada.
5. *Interpretación de los resultados.* De acuerdo a la tipología clásica de la evaluación un programa puede ser evaluado en uno o varios de sus componentes: la estructura, los procesos, el impacto, los resultados o una combinación de los anteriores^{10,11}. Para interpretar y analizar la información, en este estudio denominamos *dimensiones de la evaluación* a los componentes evaluados. Estructura y procesos se refiere a la manera en que está concebido, la coherencia interna entre objetivos y estrategias, la institucionalidad que lo soporta y la dinámica cómo se ejecuta los programas. Para las evaluaciones de impacto y resultados de los programas usamos el término *sujetos de la evaluación* para establecer sobre quién o quienes se estaban midiendo los efectos del programa, que podían ser individuos (niños o adultos), familias y territorios.

Para clasificar las investigaciones que fueron realizados en las evaluaciones, primero se determinó el enfoque: cualitativo, cuantitativo, o mixto. Posteriormente, se clasificaron los tipos de estudios usando en lo posible las categorías clásicas, introduciendo variantes para hacer más

comprensibles los hallazgos. Utilizamos la siguiente clasificación: *Investigación documental:* Aquellos en donde el insumo para la evaluación es información documentada en fuentes secundarias provenientes de los ejecutores del programa. El evaluador emite juicios sobre la existencia o no de información y sobre su calidad y pertinencia. *Cuasi experimental con grupo intervenido y no:* En los cuales se evalúa el estado nutricional de un grupo de personas (generalmente niños) que han participado del programa y se compara con un grupo de las mismas condiciones de edad, sexo y socioeconómicas que no haya participado; *Metaanálisis* cuando se usó específicamente esta técnica, *Longitudinales:* cuando se hicieron al menos dos mediciones al mismo grupo, *Prevalencia:* una sola medición y *Cualitativo etnográfico.* Para establecer el diseño metodológico utilizado, se registró si en la evaluación se especificaba el uso de alguno en particular y cuál era la denominación. De los mismos artículos e informes se extrajeron textualmente los apartes en que se explicaba en qué consistía el diseño metodológico usado.

6. *Síntesis del conocimiento* a continuación presentamos los resultados de esta etapa.

Resultados

Características de los programas

Se revisaron 86 artículos e informes que contenían 92 evaluaciones de 40 programas, realizados en 12 países, siendo Brasil y México los que tienen mayor cantidad de programas evaluados (35% y 20%) respectivamente seguidos por Colombia (10%) y Chile (8%) (Tablas I y II). El programa Oportunidades, de México, antes denominado Progresas es el que mayor número de evaluaciones (17%) y junto a Bolsa Familia son los referentes para el desarrollo y la evaluación en América Latina. En su mayoría los programas evaluados se plantean el propósito de reducir la pobreza y la desigualdad social teniendo como horizonte la construcción de capital humano. Están dirigidos a las poblaciones en condiciones de vulnerabilidad, siendo los beneficiarios en su orden: los niños menores de 6 años, las familias pobres, las mujeres gestantes o lactantes y los niños de 6 a 17 años. Algunos están dirigidos a varios grupos poblacionales simultáneamente; otros tienen como destinatario grupos sociales con necesidades específicas como por ejemplo personas con discapacidad, en situación de desplazamiento, grupos étnicos, indígenas y/o trabajadores formales. Siendo la atención a los niños y adolescentes de familias pobres, la principal estrategia utilizada para la generación de capital humano.

Tabla I
Artículos seleccionados

<i>Nº</i>	<i>Año de publicación</i>	<i>Autor</i>	<i>Título</i>
1	2000	Silva EM y cols.	Day care centers as an institution for health promotion among needy.
2	2002	Neumann NA	Impacto da Pastoral da Criança sobre a nutrição de menores de cinco anos no Maranhão: uma análise multinível Impact of Pastoral da Criança on level analysis.
3	2002	Gonçalves H	Avaliação da eficácia do aconselhamento nutricional dentro da estratégia do AIDPI.
4	2004	Lana APB y cols.	The impact of a breastfeeding promotion program at a health center. <i>Jornal de pediatria.</i>
5	2005	Ramírez-lópez E y cols.	Impacto de un programa de desayunos escolares en la prevalencia de obesidad y factores de riesgo cardiovascular en niños sonorenses.
6	2005	Savio KEO y cols.	Assessment of lunch served in the Workers' Food Program.
7	2005	Coitinho DC	Evaluation of the impact of a nutritional program for undernourished children in Brazil Avaliação do impacto de um programa de suplementação alimentar para crianças desnutridas no Brasil.
8	2005	Kalil G y cols.	Avaliação do impacto de um programa de puericultura na promoção da amamentação.
9	2006	Zarco A y cols.	Aceptabilidad de los suplementos alimenticios del programa Oportunidades.
10	2006	Aronna A.	Evaluación de un programa de política social : Programa Materno Infantil y Nutrición.
11	2007	Rojas DC y cols.	Resultados de un programa de seguridad alimentaria en la reducción de la desnutrición crónica y sus factores causales en niños Peruanos.
12	2007	Rodríguez OL y cols.	Evaluación del impacto de una intervención alimentario nutricional en niños chilenos con malnutrición por déficit
13	2007	Fábio V y cols.	Evaluating the Impact of Brazil's Bolsa Familia: Cash transfer programmes in comparative perspective.
14	2007	Pawloski LR y cols.	Impact of a nutrition intervention program on the growth and nutritional status of Nicaraguan adolescent girls.
15	2007	CruzesMy cols.	Recuperação nutricional de crianças desnutridas e em risco nutricional em programa de suplementação alimentar no Município de Mogi das Cruzes , São Paulo, Brasil.
16	2007	Santos L y cols.	Avaliação de políticas públicas de segurança alimentar e combate à fome no período 1995-2002.
17	2007	Regional P y cols.	Primeiros resultados da análise da linha de base da pesquisa de avaliação de impacto do programa bolsa família.
18	2007	Veloso IS y cols.	Programas de alimentação para o trabalhador e seu impacto sobre ganho de peso e sobrepeso.
19	2007	Martins M y cols.	Avaliação de políticas públicas de segurança alimentar e combate à fome no período 1995-2002.
20	2007	Pacheco L y cols.	Avaliação de políticas públicas de segurança alimentar e combate à fome no período Alimentação Escolar.
21	2008	Masi C y cols.	Análisis de la aceptabilidad, consumo y aporte del programa alimentario del adulto mayo.
22	2008	Paula A y cols.	Aspectos dietéticos das refeições oferecidas por empresas participantes do Programa de Alimentação do Trabalhador na Cidade de São Paulo, Brasil.
23	2009	Castiñeira BR y cols.	Impacto de los programas de transferencia condicionada de renta sobre el estado de salud: El programa bolsa familia de Brasil.
24	2009	Rada GE y cols.	Impact of strategies to increase the consumption of fruits and vegetables in Colombia.
25	2009	Moore JB y cols.	The effect of a nutrition education program on the nutritional knowledge, hemoglobin levels, and nutritional status of Nicaraguan adolescent girls.
26	2009	Szarfarc C	Prevalência de anemia em crianças , antes e durante a participação em programa de fortifi cação alimentar com ferro Prevalence of anemia in children, before and during participation in the iron fortifi cation program.

Tabla I (cont.)
Artículos seleccionados

<i>Nº</i>	<i>Año de publicación</i>	<i>Autor</i>	<i>Título</i>
27	2009	Duarte GB y cols.	Programa Bolsa Família: impacto das transferências sobre os gastos com alimentos em famílias rurais.
28	2010	Kain J y cols.	Estrategia de prevención de obesidad en escolares: Efecto de un programa aplicado a sus profesores (2007-2008).
29	2010	Augusto RA y cols.	Effectiveness of a supplementary feeding program in child weight gain.
30	2010	Augusto E y cols.	Avaliação participativa do Programa Nacional de Suplementação de Vitamina A em um município da Região Nordeste do Brasil.
31	2011	Cristina I y cols.	Evaluation of an obesity prevention program.
32	2011	De Bem J y cols.	Changes in food consumption among the ProgramaBolsaFamília participant families in Brazil.
33	2011	Varea A y cols.	Short-term evaluation of the impact of a food program on the micronutrient nutritional status of Argentinean children under the age of six. Biological trace element research.
34	2011	Bernardi JR	Impacto de um programa de atualização em alimentação infantil em unidades de saúde na prática do aleitamento materno e na ocorrência de morbidade An infant feeding update program at healthcare centers and its impact on breastfeeding and morbidity.

Tabla II
Informes y libros seleccionados

<i>Nº</i>	<i>Año de publicación</i>	<i>Autor</i>	<i>Título</i>
1	2000	Hoddinott J y cols.	The Impact of progresna on cusumption: A final report.
2	2000	Behrman JR y cols.	An evaluation of the impact of PROGRESA on pre-school child height.
3	2003	Instituto Tecnológico de Monterrey	Evaluación de Resultados del Programa de Abasto Social de Leche, a cargo de Liconsa.
4	2003	Hoddinott J y cols.	The impact of Progresna on food consumption.
5	2004	Instituto Nacional de Salud Pública de México	Impacto de la leche fortificada Liconsa en el estado de nutrición de los niños beneficiarios del Programa de Abasto Social.
6	2004	Departamento Nacional de Planeación Colombia	Programa Familias en Acción- condiciones iniciales de los beneficiarios e impactos preliminares.
7	2004	Caldes N y cols.	The cost of poverty alleviation transfer programs: a comparative analysis of three programs in Latin America.
8	2004	Maluccio J y cols.	Impact evaluation of a conditional cash transfer program : the Nicaraguan red de protección social.
9	2005	Neufeld L y cols.	Impacto del programa oportunidades en nutrición y alimentación en zonas urbanas de México.
10	2005	Rodrigues H	Evaluación cualitativa del programa de apoyo alimentario.
11	2005	Attanasio O y cols.	The impact of a conditional cash transfer programme on consumption in Colombia. EDePo Centre for the Evaluation of Development Policies.
12	2006	Skoufias E	PROGRESA y su efecto sobre el bienestar de las familias rurales de México.
13	2006	Instituto Nacional de Salud Pública	Evaluación del estado de nutrición de niños menores de 5 años y sus madres, y gasto en alimentos de familias de localidades marginales en México.
14	2006	Universidad Iberoamericana	Versión final del reporte de la aplicación de la metodología para la obtención del índice de satisfacción del beneficiario del programa de abasto rural.

Tabla II (cont.)
Informes y libros seleccionados

<i>Nº</i>	<i>Año de publicación</i>	<i>Autor</i>	<i>Título</i>
16	2007	Núñez J y cols.	¿Cómo va “Bogotá sin hambre”?
17	2007	Instituto Tecnológico de Monterrey	Estrategia Integral de Asistencia Social Alimentaria Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia Evaluación de consistencia y resultados 2007 Entrega final.
18	2008	Departamento Nacional de Planeación Colombia	Programa Familias en Acción: Impactos en capital humano y Evaluación beneficio-costos del programa.
19	2008	Barrios F y cols.	El impacto del programa Tekopora de Paraguay en la nutrición, el consumo y la economía local.
20	2008	Colegio Nacional de Economistas	Evaluación de consistencia y resultados del programa de abasto rural a cargo de Diconsa.
21	2008	Universidad Veracruzana	Estudio de la medición de la percepción de los beneficiarios de la modalidad de abasto rural del programa de apoyo alimentario y abasto rural a cargo de DICONSA.
22	2008	Secretaria de Desarrollo Social de México	Análisis de funcionamiento y operación del programa de apoyo alimentario en zonas de atención prioritaria.
23	2008	CONEVAL (México)	Evaluación de consistencia y resultados del programa de apoyo alimentario a cargo de Diconsa.
24	2008	Secretaria de Desarrollo Social de México	Evaluación externa del programa oportunidades 2008. A diez años de intervención en zonas rurales (1997-2007).
25	2008	Instituto Tecnológico de Monterrey.	Evaluación de Consistencia y Resultados 2007 Programa de Desarrollo Humano Oportunidades Reporte Final.
26	2008	Brauw A De y cols.	Must Conditional Cash Transfer Programs Be Conditioned to Be Effective? The Impact of Conditioning Transfers on School Enrollment in México.
27	2008	Guerreiro R	The recent impact of government transfers on poverty in Honduras and alternatives to enhance their effects.
28	2008	Moore C	CCT programme PRAF, programa de asignación familiar: Expected and unexpected realities. International Poverty Centre.
29	2008	Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas (Ibase)	Repercussões Do Programa Bolsa Família Na Segurança Alimentar E Nutricional Das Famílias Beneficiadas.
30	2008	Arroyo L.	Evaluaciones Específicas de desempeño de OPORTUNIDADES 2008.
31	2008	Instituto Nacional de Salud Pública de México	Evaluaciones Específicas de desempeño del Programa de Apoyo Alimentario 2008.
32	2008	Instituto Nacional de Salud Pública de México	Evaluaciones Específicas de desempeño del Programa de Abasto Social de Leche 2008.
33	2008	Instituto Nacional de Salud Pública de México	Evaluaciones Específicas de desempeño del Programa de Abasto Rural 2008.
34	2009	Bernal Ry cols.	Evaluación de impacto del programa hogares comunitarios de bienestar del ICBF.
35	2009	Instituto Nacional de Salud Pública de México	Evaluaciones Específicas de desempeño del Programa de Abasto Social de Leche 2009.
36	2009	Instituto Nacional de Salud Pública de México	Evaluaciones Específicas de desempeño del Programa de Abasto Rural 2009.

Tabla II (cont.)
Informes y libros seleccionados

Nº	Año de publicación	Autor	Título
37	2010	Departamento Nacional de Planeación Colombia	El camino recorrido: Diez años de Familias en Acción. Departamento Nacional de Planeación.
38	2010	Arizti P y cols.	Mejorando la calidad del gasto público a través del uso de información de desempeño en México.
39	2010	Attanasio OP y cols.	El impacto de un Programa de cuidado infantil sobre resultados en nutrición.
40	2010	Henderson M	Análisis de los efectos e impactos del programa Comunidades Solidarias Rurales (2005-2010).
41	2010	Presidencia del concejo de Ministros	El Programa JUNTOS, Resultados y Retos.
42	2010	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	Evaluación Cuanti-Cualitativa del Programa de Atención a Niños y Niñas Menores de Seis Años (PAN) en Bolivia.
43	2010	Colegio de la Frontera	Informe de evaluación Especifica de desempeño 2009-2010. Oportunidades.
44	2010	Fábío V y cols.	Conditional cash transfer programmes and gender vulnerabilities: Case studies of Brazil, Chile and Colombia. International Poverty Centre.
45	2010	Instituto Nacional de Salud Pública de México	Evaluaciones Específicas de desempeño del Programa de Abasto Social de Leche a 2010.
46	2010	Instituto Nacional de Salud Pública de México	Evaluaciones Específicas de desempeño del Programa de Abasto Rural 2010.
47	2011	Naciones unidas –CEPAL	Evaluación del proyecto estratégico. Para la seguridad alimentaria guerrero sin hambre (pesa-gsh) Volumen I.
48	2011	Naciones unidas –CEPAL	Evaluación del proyecto estratégico. Para la seguridad alimentaria guerrero sin hambre (pesa-gsh) Volumen II.
49	2011	Arroyo L.	Evaluaciones Especificas de desempeño de OPORTUNIDADES 2011.
50	2012	CONEVAL	Evaluación de Consistencia y Resultados 2011-2012 Programa de Abasto Rural.
51	2012	Instituto Nacional de Salud Pública de México	Informe final del estudio de impacto del programa de atención a adultos mayores de 70 y más.
52		Younger SD y cols.	El Impacto de Programas de Transferencias a las Madres de Familia en la Seguridad Alimentaria de los Niños: Un análisis comparado de los casos de México y Ecuador.

La mayoría de los programas (30%) desarrolla la estrategia de *transferencias condicionadas* en la que se entrega periódicamente una suma de dinero a él (la) jefe del hogar (usualmente la mujer), sujeto al cumplimiento de algunas conductas para la acumulación de capital humano, tales como la asistencia escolar de los niños, asistencia a los controles de salud y seguimiento del estado nutricional. Las otras actividades desarrolladas son en su orden: *educación alimentaria* (23%); *suministro de alimentos* (13%) consiste de la entrega periódica de un paquete de alimentos; *entrega de un complemento* (13%), es decir un alimento o preparación; *entrega de un suplemento* (8%), de uno o varios nutrientes; *subsidio al precio de los alimentos* (8%), comúnmente llamada abasto, en que el estado subsidia

los precios de algunos alimentos a los pequeños tenderos para que lleguen al consumidor final más baratos y *restaurantes escolares* (5%).

Características de las evaluaciones

La mayoría de las evaluaciones fueron realizadas por universidades (44%), seguidas de grupos privados de expertos (21%), y entidades gubernamentales (13%). La mayor parte de ellas fueron financiadas por los organismos multilaterales, como el Banco Interamericano de Desarrollo – BID (12%), el Banco Mundial (9%) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO (cada uno con 5%).

Metodologías y tipos de estudios utilizados en la evaluación

Algunas evaluaciones realizaron más de un tipo de estudio; se encontraron 109 estudios en total (Tabla III). El mayor porcentaje fueron de la modalidad investigación documentada (26%). Cuando se usaron fuentes primarias los estudios cuasi-experimentales con grupo intervenido y no intervenido fueron los más utilizados (23%), seguidos de los de prevalencia (21%) y estudios cualitativos de corte etnográfico (17%).

La mayoría de las evaluaciones se centran en el *impacto y los resultados* (55%) seguido de *la estructura y los procesos* (18%), o una combinación de los anteriores (26%). En las evaluaciones sobre estructura y los procesos se hizo énfasis en la focalización y la cobertura, con el objetivo de corregir “errores de inclusión y exclusión” (realizado en el 27% de las evaluaciones) para garantizar que quienes pertenecen al programa cumplan con los criterios establecidos. Otro aspecto evaluado en este sentido fue el diseño y la planeación valorando la complementariedad del programa con el Plan Nacional de Desarrollo (20% del total) con programas regionales, sectoriales, o institucionales u otros programas similares, mostrando el interés en que los programas tengan una base sólida que sustente su funcionamiento y asegure su sostenibilidad. Se encontró además que dentro de la evaluación se otorga importancia considerable al análisis de los costos del programa y de sus componentes, así como que el programa tenga un sistema de monitoreo y evaluación.

El impacto y los resultados se evalúan básicamente sobre el individuo y la familia. En el primer caso se enfatizó en la medición del estado nutricional de los niños, usando indicadores antropométricos siendo el más importante la talla para la edad (se evaluó en el 50% del total). En las evaluaciones de adultos, fueron comunes las clasificaciones del estado nutricional por medio del índice de masa corporal (20% del total de evaluaciones) y evaluaciones bioquímicos, predominando la medición de hierro y ácido fólico para gestantes, y glicemia y perfil lipídico para adultos; en niños también se incluyó la medición de Zinc y vitamina A como referentes bioquímicos. A pesar de la alta frecuencia de evaluación del estado nutricional, el interés por vigilar el consumo alimentario fue menor, únicamente analizando consumo calórico diario (17%

del total), el uso de los complementos alimentarios entregados por el programa (13%) y en menor medida, aporte calórico y de nutrientes del complemento y la suplementación (8% y 7%).

Cuando se incluyó a la familia como sujeto de evaluación el indicador más usado fue el ingreso familiar (52% del total de evaluaciones) con o sin transferencias monetarias y su correspondiente distribución, haciendo énfasis en la porción destinada a la compra de la alimentación; llama la atención que sólo en el 5% del total de evaluaciones se midió la inseguridad alimentaria de las familias, y solo el 4% la evaluó con instrumentos que pudieran establecer su presencia y gravedad (como cuando se usan escalas estandarizadas). En algunos casos se analizó la variedad de la alimentación consumida y el cambio ocurrido en la composición de la dieta debido a la participación de las familias en los diferentes programas; en menor medida se evaluaron las fuentes de nutrientes utilizando recordatorios de 24 horas, frecuencias de consumo y peso directo de los alimentos.

A pesar que estos programas tienen como objetivo la superación de la pobreza o el aumento de capital humano de los habitantes de las zonas intervenidas, es sorprendentemente bajo el porcentaje de evaluaciones que tienen al territorio, espacio geográfico y social, como sujeto de la evaluación (12% del total), en los pocos casos encontrados, el indicador usado en la evaluación fue el cambio en los niveles de pobreza de la zona, usualmente medido a través de necesidades básicas insatisfechas (9%).

Los diseños metodológicos de las evaluaciones

En la mayoría de los casos los diseños metodológicos no se explicitaban, o la evaluación se realizó sin un diseño establecido. En los casos en que existía un diseño se encontraron tres esquemas: *metodología de evaluación de consistencia y resultados*, *el modelo multidimensional* y *la triangulación de métodos*.

La *metodología de evaluación de consistencia y resultados* ha sido desarrollada por CONEVAL de México y está inspirada en el enfoque de *marco lógico*, propuesto por los organismos multilaterales (como el Banco Mundial y la CEPAL) como herramienta para la elaboración y evaluación de proyectos sociales. El

Tabla III
Metodologías y tipo de estudios realizados en las evaluaciones

Investigaciones documentadas		Estudios cuasi-experimentales		Estudios de prevalencia		Cualitativo etnográfico		Otros (Longitudinales, experimentales y Metanálisis)	
Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%
28	26	25	23	23	21	19	17	14	13

marco lógico se caracteriza por partir del esquema causal, es decir una identificación clara y delimitada de las causas de los problemas; tiene como principio la orientación a objetivos y supone una comunicación lógica entre cada una de las partes que componen los proyectos²⁴. El diseño de *consistencia y resultados* comprende la evaluación de seis áreas específicas de los programas que abarca todo su ciclo de desarrollo: el diseño, la planeación estratégica, cobertura y focalización, operación, percepción de la población atendida y los resultados. Para cada una de ellas CONEVAL ha desarrollado una serie de cuestionarios con preguntas que deben ser respondidas tanto con información documental como por los responsables de la ejecución y gestión del programa y por sus destinatarios. En general el esquema utilizado busca establecer la coherencia entre lo planeado y la realidad de lo ejecutado, así como verificar el cumplimiento de las etapas y los procesos de monitoreo, seguimiento y evaluación.

El diseño multidimensional para la evaluación de programas de seguridad alimentaria ha sido desarrollado en las Universidades de Sao Pablo y Brasilia. También se caracteriza por evaluar todo el proceso de desarrollo de los programas, analizando tres dimensiones: la estructura, los procesos y los resultados. La estructura se define como el conjunto de herramientas físicas y discursivas puestas al servicio de la ejecución de programa, incluye los recursos humanos, financieros, materiales y las definiciones básicas sobre sus objetivos, alcances y formas de funcionamiento. Los procesos son el conjunto de actividades que ponen en marcha el programa, que lo implementan en el día a día y la dimensión de resultados comprende sus efectos directos e indirectos: la cobertura, el control social, focalización, así como la autonomía de los municipios, descentralización y empoderamiento de los actores²⁵. Según sus autoras, las tres dimensiones se comportan como un continuum en permanente retroalimentación. Las tres dimensiones son el fundamento para evaluar las seis categorías básicas que constituyen el objeto mismo de la evaluación, que son a) la tipología de objetivos, b) la gestión y monitoreo, c) la selección de beneficiarios, d) el diseño de estrategias, e) la cobertura y f) los recursos. En cada caso se recurre a herramientas cualitativas y cuantitativas.

El diseño de triangulación de métodos está fundamentado en valores como los derechos sociales, la participación social y la construcción de ciudadanía¹⁸. Su aplicación a las evaluaciones de programas nutricionales muestra tres elementos: 1) confronta o complementa la información cuantitativa (diferentes aspectos alimentarios o nutricionales) con la percepción de los beneficiarios frente a cada uno de estos aspectos. Por ejemplo evalúa con instrumentos cuantitativos tradicionales los cambios en el patrón alimentario y la canasta básica atribuibles al programa, o modificaciones en el peso y la talla de los niños, la mejora en el nivel de seguridad alimentaria y triangula la información con las percepciones de los usuarios de los programas so-

bre estos aspectos, 2) incluye dentro de la evaluación la percepción de los usuarios sobre la gestión de los programas como por ejemplo los horarios de atención, recursos usados, distancia respecto de los hogares y trato recibido por parte de los gestores 3) en algunos casos va más allá de los objetivos específicos del programa en materia alimentaria y nutricional e indaga por ejemplo los efectos en términos de participación ciudadana, organización y movilización social en la zona de implementación, descentralización y autonomía municipal y efectos sobre el territorio. Este diseño tiene una alta consideración por el impacto en el empoderamiento de la mujer como sujeto central de los programas.

Discusión

Los resultados de este estudio coinciden con los hallazgos de la investigación realizada por el Banco Mundial en el 2009¹⁴, en relación al tipo de estudios y los indicadores más usados en las evaluaciones de programas nutricionales: estudios cuantitativos e indicadores biológicos. En el estudio del Banco Mundial analizaron 60 evaluaciones de proyectos nutricionales a gran escala, provenientes de diferentes regiones del mundo. Dicha investigación no indagó por diseños o modelos metodológicos y no incluyó en la muestra investigaciones cualitativas. Nuestros hallazgos igualmente coinciden con el estudio realizado por Manley y Gitteren en el cual se encontró que los programas de transferencia condicionada de cobertura nacional, es la modalidad de más amplio crecimiento entre las estrategias para mejorar el estado nutricional y la calidad de la dieta y que el indicador usado para demostrar su efecto biológico es la talla para la edad de los niños²⁷.

De lo encontrado en el presente estudio se deduce que el campo de la evaluación de programas nutricionales ha crecido en los últimos años, seguramente no sólo por limitaciones de recursos financieros sino a la par que se plantea una mayor necesidad de demostrar la transparencia y la eficacia en el uso de los recursos públicos. La evaluación se ha refinado como técnica y como campo de conocimiento de la mano de la incorporación de la academia y las universidades a este tipo de ejercicios, tal como se reporta en casos específicos como en Estados Unidos y Brasil^{10,27}. Aunque los objetivos fueron diferentes, nuestra investigación coincide con los resultados encontrados en Brasil²⁷ en el sentido en que a pesar que la evaluación de impacto y de resultados continúe siendo el principal propósito, se hace evidente en la mayoría de experiencias, la preocupación por evaluar la estructura, los recursos, los aspectos administrativos y los procesos que respaldan la implementación de los programas pues en muchos casos explican o contextualizan sus resultados. El diseño metodológico del marco lógico difundido por los organismos multilaterales y los estudios cuasi-experimentales que comparan un grupo intervenido con otro que no lo ha sido, son las herramientas más

usadas en la evaluación de programas nutricionales en América Latina. Sin embargo se aprecia una preocupación de instituciones académicas por proponer diseños alternativos que superen los problemas que se imputan a los esquemas tradicionales como el no considerar la perspectiva de los actores, incluyendo no sólo a la población beneficiaria sino también a las mismas instituciones que operan los programas. Esa búsqueda ha llevado al aumento de evaluaciones que incorporan componentes cualitativos y categorías de orden sociopolítico bajo el esquema de triangulación de métodos donde se complementa los diferentes tipos de información. Esta incorporación de las percepciones de los actores involucra como elemento novedoso además el asumir los efectos que los programas tienen en cuanto a la relación entre los ciudadanos y el estado en una lógica de derechos y generación de capacidades superando la asistencia social.

Varios autores coinciden en afirmar que en América Latina se está presentando una tercera generación de reformas sociales que tiene como fundamento teórico la inversión en capital humano: educación, salud y nutrición y como sujetos a las mujeres y los niños^{3,28,29}. Ampliar las dimensiones de la evaluación, analizar los efectos de las intervenciones en los territorios, auscultar la integralidad y la coordinación de las acciones entre instituciones públicas y privadas, consultar a los diferentes actores y usar diversidad de herramientas metodológicas se convierte entonces en un imperativo para establecer el cumplimiento de las nuevas promesas del desarrollo humano.

Conclusiones

La mayoría de países latinoamericanos están desarrollando actualmente programas de nivel nacional con cobertura urbana y rural para mejorar la situación alimentaria y nutricional de su población. Los programas realizan diferentes estrategias pero las más usadas son las transferencias monetarias condicionadas, la educación nutricional y el suministro de un paquete de alimentos. En su mayoría tienen como destinatarios a niños menores de cinco años y a familias pobres. Se trata de una nueva estrategia de protección social para la construcción de capital humano. En cuanto a la evaluación de los programas, el método más usado sigue siendo el cuantitativo para medir impacto biológico. La nueva realidad de las políticas sociales en América Latina exige unas nuevas aproximaciones a la evaluación, específicamente la articulación de metodologías cuantitativas y cualitativas y la inclusión de aspectos sociopolíticos de los procesos.

Limitaciones del estudio

Este estudio puede tener como limitación el consultar evaluaciones publicadas que pudieran estar dispo-

nibles en la red. Es posible que existan ejercicios de evaluación no publicados porque se consideren informes internos de los ejecutores de los programas. Igualmente puede suceder que evaluaciones en las que no se logre demostrar un cumplimiento de metas y objetivos tiendan a publicarse en menor medida, introduciendo así posibles sesgos de publicación.

Referencias

1. Cardozo MI. Evaluación de políticas de desarrollo social. *Política y cultura* 2003; 20: 139-54.
2. Reuben S, Ayala R. Transformaciones en la política social y en las estructuras sociales centroamericanas. *Anu Estud Centroatm* 1996; 22(2): 39 – 63.
3. Fidel C, Valencia-Lomeli E. (Des)encuentros entre reformas sociales, salud, pobreza y desigualdad en América Latina. Tomo II. 1ª ed. CLACSO; Bernal: Universidad Nacional de Quilmes 2012.
4. Vara-Horna A. Tendencias metodológicas de la evaluación de impacto de los programas sociales: 1976-2006. *Revista Latinoamericana de ciencias empresariales* 2010; 1(1): 69-88.
5. Nickson A. Transferencia de políticas y reforma en la gestión del sector público en América Latina: el caso del New Public Management. *Revista del CLAD Reforma y democracia* 2002; (24).
6. Lahera E. Reforma del Estado: un enfoque de políticas públicas. *Revista del CLAD Reforma y Democracia* 2000; (16).
7. Romero ME, Díaz I. Lo cuantitativo y lo cualitativo en la implementación de programas públicos sociales. *Revista Venezolana de Gerencia* 2002; 7(19):442-61.
8. Díaz MM. La evaluación de programas sociales. Fundamentos y enfoques teóricos. *Rev Electron Investig Psicoeduc Psigopedag* 2000; 18(2): 289-317.
9. Bañón I, Martínez R. La evaluación de la acción y las políticas públicas. Ediciones Díaz de Santos. Madrid. 2003; 13-32.
10. Ferreira V. Tendências da avaliação no âmbito das políticas públicas—desafios e perspectivas. Arcus ufpe. Brasil 2009.
11. Cavalcanti PA. Sistematizando e comparando os enfoques de Avaliação e de análise de políticas públicas: uma contribuição para a área educacional. 2007.
12. Nina-Baltazar EA. Modelos de evaluación de políticas y programas sociales en Colombia. *Papel Político*. 2008; 13,(0122-4409): 449–71.
13. Bourges H, Bengoa JM, O'Donnell M. Historias de la nutrición en América Latina [Internet]. Sociedad latinoamericana de Nutrición, Fundación Cavendis, INCMNSZ, CESNI; [Citado: 2014 Marzo 21]. 247 p. Disponible en: http://www.sochinut.cl/pdf/HistNut_SLAN.pdf.
14. The World Bank, Poverty reduction and economic management (PREM). Methodologies to evaluate the impact of large-scale nutrition projects. Series: Doing Impact Evaluation No 13. 2009.
15. Habicht JP, Pelto GH. Multiple micronutrient interventions are efficacious, but research on adequacy, plausibility, and implementation needs attention. *J Nutr* 2012; 142(1): 205-09.
16. Roberfroid D, Huybregts L, Habicht JP, Lanou H, Henry MC, Meda N, et al. Randomized controlled trial of 2 prenatal iron supplements: Is there a dose-response relation with maternal hemoglobin?. *Am J Clin Nutr* 2011; 93(5): 1012- 18.
17. Babu SC, Gajanal SN, Sanyal P. Food security, poverty and nutrition policy analysis. Second edition. Elsevier. *Stat Methods Appt* 2014.
18. De Souza MC, Gonçalves S, Ramos E. Evaluación por triangulación de métodos: abordaje de programas sociales. 1ª ed. Buenos Aires: Lugar Editorial; 2005.
19. Nirenberg O. Formulación y evaluación de intervenciones sociales. 2013; 400.
20. Roth Deubel AN. La evaluación de políticas públicas en Colombia: una mirada crítica a partir de las prácticas evaluativas

- oficiales de los programas de la “Red de Apoyo Social”. *Revista del CLAD Reforma y Democracia* 2009;45.
21. Russell CL. An overview of the integrative research review. *Prog Transplant* 2005; 15(1): 8-13.
 22. Mendes KDS, Silveira RCCP, Galvão CM. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidencia na saúde e na enfermagem. *Texto & contexto enferm* 2008; 17(4): 758-64.
 23. Whittemore R, Knafl K, Gray EN. The integrative review: updated methodology. *J Adv Nurs* 2005; 52(5): 546-53.
 24. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social, CEPAL. Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas. Santiago de Chile. 2005.
 25. Chaves Dos Santos SM, Pacheco Santos L. Avaliação de políticas públicas de segurança alimentar e combate à fome no período de 1995-2002. 1 – Abordagem metodológica. *Cad Saude Publica* 2007; 23(5): 1029-40.
 26. Do Santos F, Cabral P, Chaves S, Lucena S. Tendência do campo de avaliação de intervenções públicas de alimentação e nutrição em programas de pós-graduação no Brasil: 1980-2004. *Cad Saude Publica* 2007; 23, (12): 2972-81.
 27. Manley J, Gitter S. How effective are Cash Transfers at Improving Nutritional Status? *World development*. 2013; 48:133-155.
 28. Barrientos A. Dilemas de las políticas sociales en América Latina. Hacia una protección social fragmentada??. *Revista Nueva Sociedad* 2012; 239.
 29. Jenson J. Diffusing ideas for after Neoliberalism: the social investment perspective in Europe and Latin America. *Glob Soc Policy* 2010; 10:59-84.



Revisión

Efectos de la suplementación con β -alanina sobre el rendimiento deportivo

Raúl Domínguez¹, Juan H Lougedo¹, José Luis Maté-Muñoz¹ y Manuel Vicente Garnacho-Castaño²

¹Departamento de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Universidad Alfonso X El Sabio. Villanueva de la Cañada, Madrid. ²Departamento de Fisiología e Inmunología. Universidad de Barcelona, Barcelona. España.

Resumen

La carnosina, dipéptido formado por los aminoácidos β -alanina y L-histidina, tiene importantes funciones fisiológicas entre las que destaca su función antioxidante y las relacionadas con la memoria y el aprendizaje. Sin embargo, en relación con el ejercicio, las funciones más importantes serían las relacionadas con la contractilidad muscular, al mejorar la sensibilidad al calcio en las fibras musculares, y la función reguladora del pH. De este modo, se ha propuesto que la carnosina es el principal tampón intracelular, pudiendo llegar a contribuir hasta un 7-10% en la capacidad *buffer* o tampón. Dado que la síntesis de carnosina parece estar limitada por la disponibilidad de β -alanina, la suplementación con este compuesto ha ido ganando cada vez más popularidad entre la población deportista. Por ello, el objetivo del presente estudio de revisión bibliográfica ha sido el de estudiar todos aquellos trabajos de investigación que han comprobado el efecto de la suplementación con β -alanina sobre el rendimiento deportivo. Por otra parte, también, se ha intentado establecer una posología específica que, maximizando los posibles efectos beneficiosos, reduzca al mínimo la parestesia, el principal efecto secundario presentado como respuesta a la suplementación.

(Nutr Hosp. 2015;31:155-169)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7517

Palabras clave: Aminoácido. Beta alanina. Carnosina. Parestesia. Suplementación deportiva.

Introducción

La β -alanina es un aminoácido no esencial sintetizado en el hígado¹ que puede ingerirse a través de la dieta (en fuentes de origen animal) o mediante suplementos². El estudio de la β -alanina ha cobrado un gran interés debido a su relación directa con la síntesis de carnosina.

La carnosina es un dipéptido, compuesto por los aminoácidos β -alanina y L-histidina³, siendo la enzi-

EFFECTS OF β -ALANINE SUPPLEMENTATION ON ATHLETIC PERFORMANCE

Abstract

Carnosine, dipeptide formed by amino acids β -alanine and L-histidine, has important physiological functions among which its antioxidant and related memory and learning. However, in connection with the exercise, the most important functions would be associated with muscle contractility, improving calcium sensitivity in muscle fibers, and the regulatory function of pH. Thus, it is proposed that carnosine is the major intracellular buffer, but could contribute to 7-10% in buffer or buffer capacity. Since carnosine synthesis seems to be limited by the availability of β -alanine supplementation with this compound has been gaining increasing popularity among the athlete population. Therefore, the objective of this study literature review was to examine all those research works have shown the effect of β -alanine supplementation on athletic performance. Moreover, it also has attempted to establish a specific dosage that maximizing the potential benefits, minimize paresthesia, the main side effect presented in response to supplementation.

(Nutr Hosp. 2015;31:155-169)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7517

Key words: Amino acid. Beta alanine. Carnosine. Paresthesia. Sports supplementation.

ma carnosina sintetasa la encargada de mediar en los procesos de síntesis⁴. Dicha actividad enzimática es tan importante que se ha llegado a identificar que el principal factor limitante en la velocidad de síntesis de carnosina es la actividad de la enzima carnosina sintetasa^{5,6,7}. A pesar de que la mayor parte de carnosina se encuentra en el músculo esquelético, también, existen pequeñas cantidades en el sistema nervioso central³, fundamentalmente en el lóbulo olfativo^{8,9}.

El organismo no es capaz de absorber directamente carnosina desde el torrente sanguíneo¹ y, dado que las concentraciones de β -alanina en el músculo son relativamente pequeñas en comparación con las de histidina y de la carnosina sintetasa^{10,11} y que la síntesis endógena de β -alanina se limita a una pequeña producción en un grupo de células hepáticas¹, se ha

Correspondencia: Raúl Domínguez.
E-mail: rdomiher@uax.es

Recibido: 13-IV-2014.
1.ª Revisión: 18-VIII-2014.
Aceptado: 6-X-2014.

propuesto que la síntesis de carnosina en el músculo esquelético viene limitada por la disponibilidad de β -alanina de la dieta^{3,12}.

La suplementación con β -alanina está englobada en el grupo B, según la clasificación que realiza el Instituto Australiano del Deporte en cuanto al grado de efectividad y seguridad de los suplementos deportivos. El número de estudios y el aumento en la utilización de dicho suplemento cobran cada día una mayor importancia, debido a la posible influencia de la carnosina sobre distintas funciones fisiológicas. Por ello, el presente trabajo de revisión bibliográfica tiene por objeto exponer los principales estudios que han relacionado directamente los efectos de la suplementación con β -alanina sobre el rendimiento deportivo, así como establecer pautas adecuadas para llevar a cabo una posología que se beneficiase de los efectos positivos de la suplementación minimizando al máximo los posibles efectos secundarios.

Metodología

Se trata de un estudio descriptivo sobre los posibles efectos beneficiosos que pudiera tener la suplementación con β -alanina sobre el rendimiento deportivo. La búsqueda bibliográfica englobó artículos publicados en inglés o español como idioma, en unas fechas comprendidas entre el día 1 de enero de 2000 hasta el 6 de diciembre de 2013. Las bases de datos que se

utilizaron fueron Dialnet, Elsevier, Medline, Pubmed, Scopus, Sportdiscus y Web of Science.

Las palabras clave empleadas coincidían con términos incluidos en el Thesaurus Medical Subject Headings (MeSH) desarrollado por la U.S. National Library of Medicine. Las palabras clave y la estrategia de búsqueda empleada fue “*Beta alanine AND supplementation AND (exercise OR strength OR resistance OR endurance OR performance)*”.

De los 149 artículos que respondían a los criterios de la búsqueda, leímos todos los resúmenes y aplicamos unos criterios de inclusión/exclusión. Los criterios de exclusión propuestos fueron los siguientes:

- Artículos escritos en un idioma distinto al inglés o español.
- Revisiones bibliográficas y/o metaanálisis.
- Artículos realizados con animales.
- Artículos en los que no se siguió un protocolo de suplementación con β -alanina.
- Artículos que no incluyesen una intervención de ejercicio físico.
- Artículos que no midiesen ninguna variable relacionada con el rendimiento deportivo.

Finalmente, de los 44 artículos que cumplieron los criterios de inclusión exigidos para formar parte del estudio, utilizamos 18, al no tener acceso al texto completo de las otras 26 referencias. La figura 1 resume el proceso seguido en la selección de artículos.

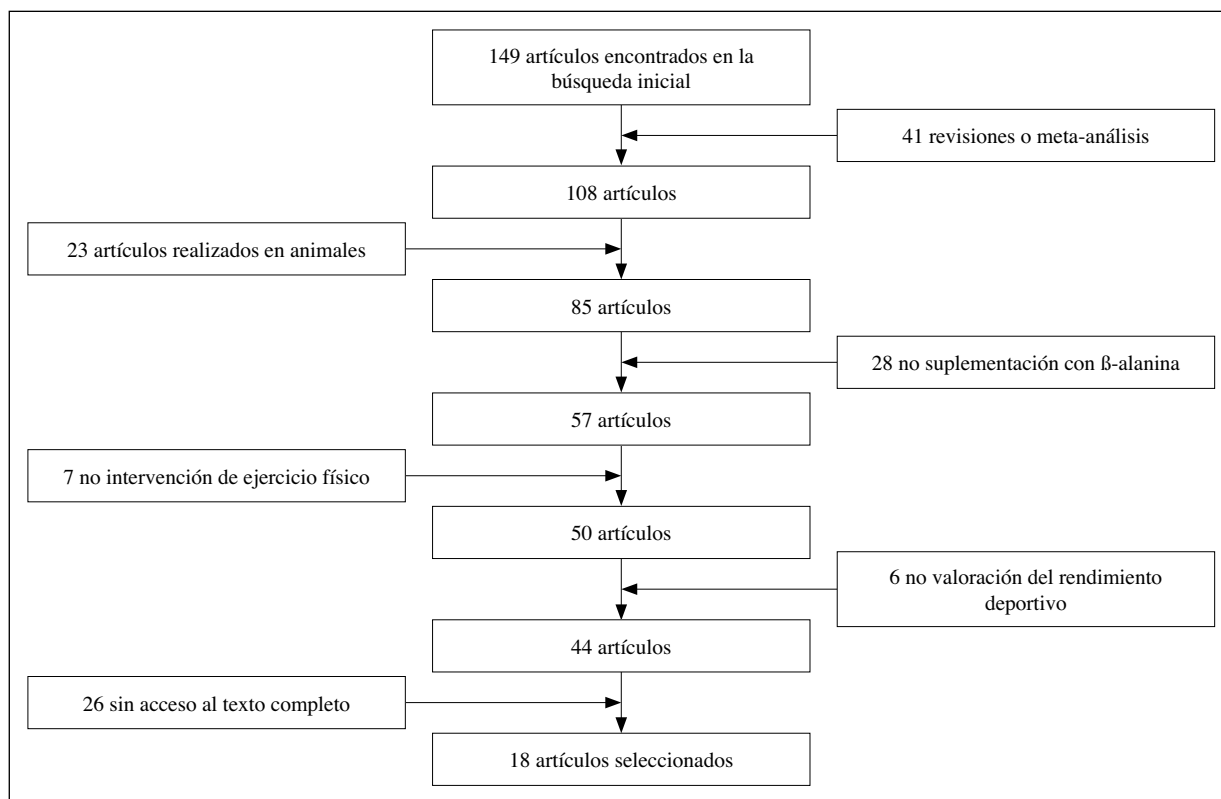


Fig. 1.—Selección de estudios para la investigación.

Funciones de la carnosina

Las funciones de la carnosina en el organismo son fundamentales. La más importante es la relacionada con la regulación del pH¹³. Así, aunque el principal tamponador de los H⁺ sea el bicarbonato¹⁴, la carnosina, junto a la fosfocreatina¹⁵ actúa como un importante tampón a nivel intracelular^{16,17}.

A nivel muscular, además del efecto tampón, se le ha atribuido otra importante función relacionada con la activación de la miosina ATPasa que, como sabemos, ejerce un papel fundamental en el mantenimiento de las reservas de ATP¹⁸. Además, a la carnosina muscular se le ha atribuido un efecto positivo a la hora de incrementar la sensibilidad del calcio en las fibras musculares¹⁹⁻²², aumentando la fuerza al tiempo que reduce la tasa de fatiga durante la actividad muscular, fruto de las mejoras en los procesos de excitación-contracción^{20,23,24}.

A pesar de ello, no debemos olvidarnos de otras funciones fisiológicas de gran importancia, así la carnosina desempeña una importante función antioxidante^{3,25,26}. Dado que el ejercicio físico como respuesta incrementa el estrés oxidativo debido al aumento de la actividad de la cadena transportadora de electrones²⁷ y a la liberación de oxígeno contenida en la hemoglobina hacia los tejidos²⁸, quizás sería beneficioso potenciar la actividad antioxidante en el deportista.

En el ámbito de la salud, un incremento del estrés oxidativo, debido a un déficit de carnosina, tiene efectos negativos al favorecer la peroxidación lipídica y de proteínas e incrementar el estado inflamatorio²⁹, perjudicando con ello la señalización de la insulina en el músculo esquelético³⁰. Esto explicaría porque se han encontrado estados deficitarios de carnosina muscular en personas con diabetes tipo 2³⁰.

Otra función de la carnosina consiste en actuar como neurotransmisor³¹, lo que unido a su presencia en el sistema nervioso central³², ha hecho que se proponga a ésta como mediadora en los procesos de aprendizaje³³, además de poder limitar posibles casos de neurotoxicidad³⁴. En este sentido, cabe señalar que se han reportado estados deficitarios en personas con Alzheimer³⁵. En relación con la presencia de carnosina en el sistema nervioso central, se ha propuesto un posible efecto neuroprotector que sirve de ayuda en el tratamiento y prevención de trastornos neurodegenerativos inducidos por el estrés oxidativo³⁶ o incluso en autismo³⁷, así como ejercer un importante efecto *antiaging*^{38,39,40}.

Factores que afectan a las concentraciones de carnosina muscular

Las concentraciones medias de carnosina se han cifrado en 17,5 ± 4,8 mmol/kg en mujeres y 21,3 ± 4,2 mmol/kg en hombres⁴¹, siendo similares a las concentraciones encontradas de carnitina y taurina⁴². De esta diferencia entre géneros subyace el primer factor que influirá en el balance de los niveles de carnosina mus-

cular, el entorno hormonal. De este modo, se propone que las hormonas anabólicas androgénicas podrían elevar las concentraciones de carnosina muscular⁴³.

No obstante, un factor más importante vendrá delimitado por las diferencias entre los distintos tipos de fibras musculares^{44,45} considerándose que las fibras de contracción rápida o tipo II contienen unos niveles de carnosina en torno a 1,3-2 veces mayores que las fibras de contracción lenta o tipo I⁴⁶⁻⁴⁹. Concretamente, el orden jerárquico atendiendo al contenido de carnosina muscular en las fibras musculares sería fibras tipo IIB > fibras tipo IIa > fibras tipo I^{33,50,51}.

Además, Parkhouse y cols.¹⁷ ya comprobaron que en velocistas las concentraciones de carnosina en el músculo esquelético eran superiores a la registradas en corredores de maratón y que en la población sedentaria. Posteriormente, Tallon y cols.⁴⁹ registraron en velocistas concentraciones medias de carnosina muscular de 50,87 mmol/kg. Se ha propuesto pues, que condiciones de hipoxia o acidosis muscular podrían explicar dichos resultados. Y es que los deportistas de pruebas explosivas, además de presentar una mayor composición de fibras musculares tipo II, su entrenamiento supone la exposición repetida a condiciones de acidosis e hipoxia muscular, que actualmente se han relacionado con estímulos capaces de incrementar la síntesis de testosterona^{52,53}, otro de los factores propuestos previamente⁴³.

Apoyando esa posible adaptación del incremento de las reservas musculares de carnosina como respuesta a un entrenamiento específico, Suzuki y cols.⁵⁴ observaron como un entrenamiento anaeróbico láctico (series de Wingate) consiguió duplicar dichas reservas en un grupo de velocistas. En otro estudio, se ha observado, junto a un incremento de las reservas de carnosina muscular, una disminución en la excreción de carnosina, así como una mayor actividad de carnosinasa en plasma, pudiendo explicarse de este modo dicho balance positivo en las reservas musculares de este tampón intramuscular⁵⁵.

Además, anteriormente se ha indicado que la síntesis de carnosina en el músculo esquelético vendría limitada por la disponibilidad de β-alanina de la dieta^{3,12}, siendo el aporte dietario de este aminoácido, un factor que influye directamente en las concentraciones de carnosina muscular. Así, dado que las principales fuentes de este aminoácido son las animales², no resulta raro el hecho de que las concentraciones de carnosina muscular sean significativamente menores en personas vegetarianas con respecto a personas que siguen una dieta omnívora^{50,56,57}. También, como cabe esperar, las concentraciones de carnosina muscular se incrementan tras seguir un período de suplementación con β-alanina^{13,47,58,59}.

Suplementación con β-alanina y concentraciones de carnosina muscular

Con objeto de cuantificar el incremento de las concentraciones de carnosina muscular a lo largo del tiem-

po, Hill y cols.⁴⁷ propusieron un protocolo de suplementación en rampa, que comenzaba con una dosis de 4 g/d para finalizar con 6,4 g/d, realizando biopsias musculares, al inicio, en el transcurso y al final de la intervención de 10 semanas de duración. En dicho estudio se comprobó que en la cuarta semana, las reservas de carnosina muscular se habían incrementado hasta en un 60%, si bien, estas reservas siguieron en aumento hasta incrementarse un 80% en la finalización del estudio. La respuesta de los niveles musculares de carnosina ante la suplementación con β -alanina muestra, por tanto, un comportamiento similar al observado tras seguir un protocolo de suplementación con monohidrato de creatina.

Se ha comprobado que un protocolo de suplementación con monohidrato de creatina presenta como respuesta un aumento progresivo de los niveles musculares de creatina durante el período de suplementación^{60,61}. Aún así, los niveles basales de creatina muscular previos al período de suplementación determinarán la cantidad de creatina muscular retenida tras la finalización del protocolo de suplementación^{62,63}. De este modo, personas vegetarianas (que se caracterizan por presentar unos menores niveles basales de creatina, consecuencia de su dieta baja en creatina) muestran una mayor capacidad de retención de creatina tras seguir un protocolo de suplementación con creatina, que personas que siguen una dieta rica en proteínas de origen animal (que presentan mayores niveles basales de creatina)⁶⁴.

Sin embargo, en cuanto a las reservas de carnosina muscular se refiere, se han observado incrementos significativos (47% en el sóleo y 37% en el gastrocnemio) en un grupo de corredores de 400 metros altamente entrenados y con altos niveles iniciales de carnosina, tras seguir un período de 4 semanas de suplementación con una dosis de 4,8 g/d. Por ello, a diferencia de la creatina, en base a los altos niveles iniciales de carnosina muscular en los participantes del anterior estudio⁵⁹, se sugiere que los niveles basales de carnosina no afectarán al resultado final de un protocolo de suplementación y, quizás sí, el efecto dependerá del tipo de fibras de los sujetos, así como de la cantidad de beta alanina aportada¹⁰.

Es importante destacar que los excesos de β -alanina y carnosina se excretan en orina¹³ y que para que se produzca un incremento significativo sobre las reservas musculares haría falta un período de 2 semanas de suplementación con una dosis de 1,6 g/d⁵¹.

Un aspecto muy importante a considerar es el tiempo que tardan en normalizarse los valores de carnosina tras seguir un protocolo de suplementación. Para responder a esta cuestión, Baguet y cols.⁵⁸ comprobaron los niveles de carnosina muscular, antes y después de un protocolo de suplementación de 4,8 g/d durante 5-6 semanas, así como en las semanas 3 y 9 posteriores al cese de la suplementación. Dichos investigadores cuantificaron la disminución en el contenido de carnosina muscular en un 2-4% semanalmente, lo que ex-

plicó que los niveles se mantuviesen sin cambios significativos a las 3 semanas de finalizar el período de suplementación⁵⁸. Estos resultados hacen considerar que, a nivel de investigación, al utilizar un diseño cruzado debería de tenerse en cuenta dicho efecto residual y considerar que períodos de 3 semanas de *lavado* no serían suficientes, pues los niveles de carnosina musculares podrían encontrarse significativamente elevados con respecto a los niveles previos a comenzar con la suplementación³.

Suplementación con β -alanina en modalidades deportivas de corta duración y alta intensidad

Podemos entender por modalidades deportivas de muy corta duración a aquellas que se desarrollan a una intensidad máxima y con una duración próxima y/o inferior a los 10 segundos⁶⁵. En este tipo de modalidades deportivas, habría que considerar las escasas concentraciones intramusculares de ATP (5-6 mmol/g de fibra muscular), por lo que la principal vía energética será la capacidad de resintetizar ATP a través de la fosfocreatina^{65,66}, siendo un factor limitante la acción enzimática de la creatinkinasa⁶⁷. Se estima que el tiempo que tardan en agotarse las reservas de fosfocreatina oscila entre los 10 y 30 segundos⁶⁸.

Desde el punto de vista energético, el tipo de fibras musculares tendrá una implicación directa, debido a que el contenido de creatina en las fibras musculares tipo II es superior al de las fibras tipo I⁶⁹. Sin embargo, los principales factores relacionados con el rendimiento están estrechamente relacionados con la capacidad de fuerza y potencia, así como adaptaciones de tipo neural. Y en cuanto a la fatiga, ésta se relaciona con la disminución de las reservas de fosfocreatina⁷⁰, no siendo la disminución del pH un factor limitante del rendimiento en este tipo de modalidades^{71,72}.

No obstante, aunque no fuese de manera directa, la suplementación con β -alanina podría mejorar el rendimiento de manera indirecta. Se ha verificado que cuando la β -alanina se ingiere junto a creatina durante un período de 10 semanas (a una dosis de 3,2 g/d de β -alanina + 10,5 g/d de creatina) se observa un efecto positivo sobre el volumen e intensidad de entrenamiento de fuerza realizado, así como la intensidad del mismo, traducándose en mejoras sobre los niveles de masa muscular y disminución de la masa grasa⁷³. Además, la suplementación con β -alanina + creatina dio lugar a incrementos superiores en una repetición máxima (1 RM) en los ejercicios de sentadilla y press de banca en comparación con el grupo control y el que ingirió únicamente la suplementación con creatina⁷³.

El anterior efecto favorable de la suplementación con β -alanina sobre el incremento de la masa magra, sería posteriormente ratificado durante un estudio de 6 semanas de duración en el que se utilizó la metodología del *High-Intensity Interval Training* (HIIT)⁷⁴.

De este modo, si se permitiera entrenar con una mayor intensidad, podríamos considerar, ante la escasez de datos, que la suplementación con β -alanina puede ejercer una posible mejora del rendimiento. También, cabría considerar un efecto positivo en este tipo de esfuerzos en condiciones en las que previamente haya habido una disminución brusca del pH^{75,76}.

Suplementación con β -alanina en modalidades deportivas de media duración y alta intensidad

Las modalidades deportivas de alta intensidad que presentan una duración comprendida entre los 30 segundos y 5 minutos se caracterizan porque la glucólisis anaeróbica es la principal fuente energética⁷⁷. El empleo de esta vía metabólica, si bien tiene la ventaja de ser una fuente de rápida provisión de energía⁷⁸, se caracteriza por llevar consigo una acumulación de iones hidrógeno (H^+) que dará lugar a una disminución del pH intramuscular^{79,80}. Dicha acumulación de H^+ será mayor a medida que incremente la contribución de la glucólisis anaeróbica como sistema primario de energía⁴, observándose en ejercicios de alta intensidad, los valores de pH más bajos en aquellas modalidades con una duración de 4 minutos⁸¹.

A nivel intracelular, la acumulación de H^+ irá acompañado de una inhibición de la fosfofructoquinasa, lo cual afecta a la capacidad de resíntesis de fosfocreatina^{82,83}, una inhibición de la glucólisis⁸⁴, que disminuirá la tasa glucolítica, y un efecto negativo sobre la contracción muscular^{85,86}, al alterar la captación y recaptación de calcio por parte del retículo sarcoplasmático^{77,83,87}. A nivel psicológico, por su parte, se incrementa la percepción subjetiva del esfuerzo^{88,89}.

En última instancia, estas situaciones de acidosis dan lugar a disminuciones de la actividad electromiográfica⁹⁰, que producirán fatiga muscular^{91,92,93}, entendida como la disminución de la fuerza durante el ejercicio físico intenso⁹⁴. Es por ello que se ha propuesto que todas aquellas medidas encaminadas a prevenir situaciones de acidosis extremas pueden ser beneficiosas al disminuir los síntomas de fatiga que caracterizan a dicha situación de inestabilidad metabólica^{2,95,96,97}.

A este nivel, la suplementación con β -alanina puede tener una gran importancia dado que se ha cuantificado que la contribución de la carnosina muscular sobre la capacidad tampón o de amortiguamiento oscila entre un 7%^{41,98} y un 10%¹³, pudiendo llegar a suponer hasta un 15-25% tras seguir un protocolo de suplementación^{2,13}. No obstante, la contribución de la carnosina con estos fines puede diferir en función del tipo de fibras, siendo mayor en las tipo II con respecto a las fibras tipo I⁴⁵.

Así, durante el ejercicio, aunque el principal tampónador de los H^+ generados sea el bicarbonato¹⁴, no debemos olvidar una serie de iones en el sarcolema que actúan facilitando la salida de H^+ ⁹⁹, así como de los tampones intracelulares¹⁷, destacando la carnosina¹⁵. Y

es que el pH de la carnosina es de 6,83, más cercano al pH fisiológico que el del sistema del bicarbonato (6,37), lo que hace que probablemente sea utilizado primeramente en el ejercicio de alta intensidad⁷⁹.

Los estudios de suplementación deportiva, cobran gran importancia en el deporte de alta competición, ya que, las mejoras gracias al entrenamiento van siendo cada vez más difíciles, al tiempo que las diferencias entre el éxito y el fracaso se van reduciendo. En este contexto, se ha observado que un período de suplementación con β -alanina de 5 semanas de duración con un protocolo de suplementación en rampa (comenzando en 3,2 g/d y finalizando en 6,4 g/d) fue efectivo para producir mejoras significativas (2%) en un grupo de nadadores altamente entrenados en la prueba de 200 m estilo libre, al tiempo que mostró una tendencia a la mejora en los 100 m estilo libre (2,1%)⁹⁵. Las mejoras más evidentes en la prueba del 200 m con respecto a la de 100 m podría deberse a la mayor importancia de los mecanismos *buffer*, si bien, no debemos de obviar que el efecto de la suplementación podría haberse debido a mejoras de la contractilidad muscular como resultado de la suplementación, tal y como han observado Dutka y cols.²⁴.

En los ejercicios de fuerza realizados mediante contracciones isométricas se han propuesto que intensidades del 45% de la máxima contracción isométrica voluntaria (MIVC) son las óptimas para inducir a las mayores concentraciones de lactato¹⁰⁰. Esta razón llevó a Sale y cols.¹⁰⁰ a comprobar el tiempo hasta el agotamiento ante una carga del 45% MIVC en un ejercicio de extensión de piernas tras un protocolo de 4 semanas de suplementación con β -alanina (6,4 g/d). El principal resultado que encontraron los investigadores fue una mejora del tiempo hasta el agotamiento (13,2%) en el grupo que se suplementó con β -alanina, seguramente por mediación del efecto de la sensibilidad de la fibra muscular hacia la captación y recaptación de calcio en una situación importante de acidosis metabólica¹⁰⁰.

No obstante, una serie de estudios no han observado mejoras tras seguir un protocolo de suplementación con β -alanina. Así, Smith-Ryan y cols.¹⁰¹, a pesar de encontrar una mejora significativa en el tiempo hasta el agotamiento a una carga constante relativa al 110% del consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}), no llegaron a registrar cambios con respecto al grupo placebo, que también mejoró tras finalizar el período de intervención (4 semanas). Posteriormente, ante una prueba de las mismas características, pero esta vez a intensidades del 115% y 140% del VO_{2max} , tampoco pudo demostrarse mejora alguna tras seguir un protocolo de suplementación con β -alanina¹⁰². Sin embargo, una observación importante que podemos apreciar es que en ambos estudios la dosis de la suplementación fue de 4 y 4,8 g/d, respectivamente, en comparación con la dosis de 6,4 g/d observada en los estudios anteriormente citados y que reportaron efectos beneficiosos^{95,100}.

El estudio llevado a cabo por de Salles y cols.⁹⁵ empleó un test de rendimiento en una población de nadadores altamente entrenados. Con el objetivo de acer-

carse aún más al contexto deportivo real, en un estudio posterior se intentó cuantificar el efecto de un protocolo de suplementación con β -alanina en el rendimiento en competición en un grupo de nadadores de nivel internacional¹⁰³. En dicho estudio, las mejoras observadas previamente mediante test en nadadores gracias a la suplementación con β -alanina²⁴ no pudieron transferirse a mejoras en el tiempo en competición¹⁰³.

Los anteriores resultados refuerzan un estudio previo donde en un grupo de corredores de 400 m, a pesar de seguir un protocolo de suplementación en rampa de 4 semanas que comenzó en 2,4 g/d para finalizar en 4,8 g/d de β -alanina, éstos obtuvieron incrementos significativos en los niveles de carnosina que no se acompañaron de mejoras en el tiempo en recorrer los 400 metros⁵⁹. Sin embargo, dicha ausencia de mejora dista con el torque medido en 5 series de 30 contracciones máximas de extensión de piernas en una máquina isocinética donde sí se obtuvieron mejoras significativas durante las 5 series, siendo estas diferencias estadísticamente significativas con respecto al grupo placebo en las 2 últimas series⁵⁹. Una posible explicación puede radicar en que la disminución del pH no sea un parámetro que afecte significativamente al rendimiento en este tipo de pruebas con una duración inferior a 1 minuto. De este modo, estos resultados pueden estar en consonancia con los observados por Dutka y cols.²⁴ en los que, a pesar de observar mejoras significativas en la prueba de 200 m natación, en los 100 m (con una duración más próxima al estudio anterior) los resultados únicamente mostraban una tendencia a la significación. En cualquier caso, los resultados observados sobre el torque en las extensiones de piernas deberían considerarse como un resultado *a priori* favorable para el rendimiento de los atletas.

Y es que, hay que tener presente que durante un protocolo de 10 semanas de suplementación con β -alanina + creatina, se favoreció un mayor volumen de entrenamiento que probablemente, fue el responsable de explicar las mejoras encontradas en cuanto a la composición corporal se refiere con respecto a los participantes que ingirieron placebo o únicamente creatina⁷³. Este estudio abre la posibilidad de que la combinación de β -alanina y creatina pueda tener un mayor efecto en este tipo de modalidades de ejercicio que cada una de ellas por separado⁷³. De este modo, podría abrirse un campo sobre la utilización de la suplementación con β -alanina en las modalidades de fuerza, ya que, su principal vía metabólica es la glucólisis anaeróbica⁹⁸, comprobándose que tras una sesión de entrenamiento, el pH puede caer a valores inferiores a 6,8^{104,105}.

No obstante, se deberían de considerar, con objeto de evaluar la efectividad y la mejora de la capacidad anaeróbica, protocolos de evaluación del rendimiento intermitentes, debido a que éstos dependen en mayor medida de la glucólisis anaeróbica como vía energética demostrando una mayor capacidad de disminuir los niveles de pH postejercicio¹⁰⁶. Siguiendo con este tipo de protocolos, como se verá más adelante, si bien se ha

observado una mejora significativa del rendimiento al seguir un protocolo de suplementación con β -alanina, dicha mejora fue mayor al combinar la suplementación con β -alanina y bicarbonato sódico⁹⁷.

Sin embargo, dichas diferencias no se encuentran al seguir un protocolo de entrenamiento de 5 semanas y una dieta rica o pobre en β -alanina, en el que ambos grupos mejoraron la potencia en un test intermitente de 6 segundos de sprint seguidos con 24 segundos de recuperación¹⁰⁷. En dicho estudio, las mejoras observadas se deberían a una mayor capacidad aeróbica¹⁰⁸ o una mejora a nivel neuronal¹⁰⁹, no pareciendo en ningún caso que los diferentes niveles en las concentraciones de carnosina hubiesen ejercido un efecto en ninguna dirección¹⁰⁷. Estos resultados no deben de causar sorpresa, ya que, como se ha documentado previamente, parece que las dosis necesarias para que la β -alanina ejerza efectos beneficiosos tendrían que conseguirse a través de la suplementación y con dosis en torno a 6,4 g/d.

Otra forma que se considera específica para medir la capacidad anaeróbica en deportistas de resistencia, consiste en la realización de un test de intensidad máxima tras haber realizado previamente una sesión de ejercicio, es decir, en condiciones de prefatiga y que se asemeja a la situación en la que estos deportistas, generalmente, se encuentran cuando deben de realizar algún esfuerzo con un alto componente anaeróbico. Con dicho objetivo, Van Thienen y cols.⁷⁶ observaron mejoras tanto en el pico de potencia como en la potencia media en un test de Wingate tras la realización de una prueba a intensidades variables, por encima y por debajo del máximo estado estable de lactato (MLSS), de una duración de 125 minutos. Demostrando, de este modo, que un protocolo de suplementación con β -alanina de 8 semanas de duración con una dosis creciente de 2 a 4 g/d tiene un efecto ergogénico sobre el rendimiento anaeróbico en situaciones de prefatiga⁷⁶.

Una estrategia que *a priori* pudiera tener un efecto ergogénico mayor es la coingesta de β -alanina y bicarbonato sódico, compuesto que ha demostrado tener un efecto ergogénico en pruebas de alta intensidad y media duración^{110,111,112}. Para analizar el efecto de dicha estrategia ergonutricional se realizó un protocolo de suplementación de 4 semanas con una dosis de 6,4 g/d de placebo o β -alanina y, a su vez, en los días previos a la finalización del período se dividieron ambos grupos en dos subgrupos que ingirieron placebo o bicarbonato sódico¹¹³. Mediante dicho diseño experimental se pudo apreciar, por una parte el posible efecto ergogénico de la β -alanina, del bicarbonato sódico y de la combinación de ambos compuestos. Se observó una mejora significativa en el tiempo hasta al agotamiento a una intensidad relativa al 110% VO_{2max} al ingerir β -alanina (14,6%), siendo esta diferencia similar a la encontrada en el grupo que además de β -alanina ingirió bicarbonato sódico, y estadísticamente superior al grupo que ingirió placebo + placebo o placebo + bicarbonato sódico¹¹³.

Sin embargo, en un estudio similar, pero realizado con ciclistas altamente entrenados se observó que, a pesar de que una suplementación con β -alanina durante 4 semanas a una dosis de 65 mg/kg/d mejoró el rendimiento en una prueba máxima de 4 minutos en cicloergómetro, dicha mejora no alcanzó un nivel de significación estadística¹¹⁴. Por el contrario, cuando esta estrategia fue acompañada de una suplementación con bicarbonato sódico (0,3 mg/kg) antes de la prueba de valoración del rendimiento, sí que se produjo una mejora estadísticamente significativa (3,4%), siendo incluso algo mayor que al ingerir únicamente bicarbonato sódico (3,1%), obteniendo con ésta, mejoras significativas, a diferencia de la suplementación exclusiva con β -alanina. En cualquier caso, habría que destacar que la suplementación en este estudio fue ligeramente inferior a la que utilizaron Sale y cols.¹¹³, y donde se obtuvieron las mayores mejoras en el rendimiento fue con el protocolo donde se combinaron ambos suplementos.

A diferencias de los dos estudios anteriores, recientemente se han observado mejoras significativas tanto al emplear una suplementación con β -alanina como con bicarbonato sódico, tanto en el trabajo total realizado como en la potencia media en 4 series de Wingate intercaladas con 3 minutos de recuperación, si bien, la combinación de bicarbonato sódico y β -alanina mostró a su vez una mejora significativa con respecto a las observadas al suplementarse con cualquiera de los dos compuestos por separado⁹⁷. Es más, la combinación de ambos compuestos mostró una mejora significativa de la potencia pico en los Wingates 2º, 3º y 4º, mientras que, en cuanto a la potencia media fue la única estrategia ergonutricional que consiguió producir mejoras en cada una de las series estudiadas⁹⁷.

Suplementación con β -alanina en modalidades deportivas de larga duración

Las pruebas de larga duración se caracterizan por tener una intensidad inferior o en torno al $VO_{2m\acute{a}x}$. El $VO_{2m\acute{a}x}$ es un parámetro fisiológico que expresa la máxima capacidad del organismo de captar, transportar y utilizar oxígeno por unidad de tiempo¹¹⁵. Se estima que una intensidad relativa al $VO_{2m\acute{a}x}$ puede mantenerse alrededor de 5 minutos¹¹⁶.

Los principales factores determinantes del rendimiento en este tipo de modalidades deportivas son: el $VO_{2m\acute{a}x}$, el umbral de lactato, así como la eficiencia energética¹¹⁷. La composición corporal influirá notablemente. Así, se ha observado una correlación inversa entre la masa grasa y el rendimiento en triatletas de alto nivel¹¹⁸, seguramente por interacciones en la economía del movimiento¹¹⁹. También, se ha propuesto que deportistas con cuerpos pequeños ofrecen ventajas en relación con la termorregulación durante el esfuerzo^{120,121}.

Por su parte, los principales factores limitantes del rendimiento que se han propuesto han sido fallos a ni-

vel de captación y recaptación de calcio en el retículo sarcoplasmático, agotamiento de las reservas energéticas, hipertermia, fatiga central, daño muscular, producción de radicales libres producto del estrés oxidativo, así como la acumulación de metabolitos como H^+ ^{23,122,123}.

Con objeto de comprobar un posible efecto beneficioso de la suplementación con β -alanina, mediante una mejora en el equilibrio ácido-base en ejercicios de resistencia aeróbica, Baguet y cols.¹⁰⁷ estudiaron el efecto sobre el componente lento del VO_2 de un período de suplementación en rampa (que se incrementó desde 2,4 g/d al inicio hasta los 4,8 g/d) de 4 semanas de duración. En dicho estudio pudo comprobarse como la administración de β -alanina se acompañó de una mejora en la regulación de los niveles de pH, tras ejercitarse a una intensidad situada al 50% entre el umbral ventilatorio (VT) y el $VO_{2m\acute{a}x}$, aún sin diferencias en el intercambio gaseoso (medido mediante analizador de gases), lo que sugiere una más que posible mejora en la reducción de la acidosis a intensidades moderadas o elevadas de ejercicio¹⁰⁷.

Stout y cols.⁹⁶ tuvieron como objetivo cuantificar el efecto de un período de suplementación con β -alanina de 4 semanas (1,2 g/d) sobre el rendimiento de resistencia aeróbica. Para ello, emplearon el denominado *physical working capacity at fatigue threshold* (PWC), que busca hallar la intensidad de trabajo a partir de la cual se produce un incremento de la actividad electromiográfica del vasto externo durante una prueba submáxima incremental en cicloergómetro y que se ha relacionado con la aparición de fatiga neuromuscular^{124,125}. En dicho estudio, se encontró una mejora significativa en el PWC (14,5%). Sin embargo, las mejoras no llegaron a ser significativas cuando los deportistas combinaron la anterior dosis de β -alanina (1,2 g/d) con 5,25 g/d de creatina, o únicamente ingiriendo 5,25 g/d de creatina⁹⁶. Posteriormente, el mismo grupo de investigadores¹²⁶ comprobó en un estudio similar, pero llevado a cabo con mujeres no deportistas, una mejora estadísticamente significativa en el PWC (12,6%), así como en el VT (13,9%). Dichas mejoras observadas en el VT, también, han sido reportadas por Zoeller y cols.¹²⁷ en un grupo de hombres que siguieron un protocolo de suplementación de 4 semanas de duración. Dado que los incrementos en la actividad electromiográfica se han relacionado con disminuciones del pH¹²⁸, coincidiendo con el incremento de los niveles de amonio y lactato⁹⁰, se sugirió que la β -alanina mejoró el rendimiento de los sujetos gracias a su actividad tampón^{96,127}.

Guiasvand y cols.¹²⁹, por su parte, estudiaron la respuesta sobre el $VO_{2m\acute{a}x}$ en un grupo de estudiantes universitarios de educación física, que siguieron un protocolo de suplementación con β -alanina a una dosis de 2 g/d durante un período de 6 semanas, encontrando mejoras significativas (de 2,62 a 2,79 l/min), así como en una prueba hasta el agotamiento a una carga constante (de 923 a 992 segundos). Los autores de di-

cho estudio, atribuyeron las mejoras observadas a un aumento en la capacidad *buffer* que hubiese retrasado la aparición de fatiga¹²⁹.

En un intento por comprobar el efecto del HIIT sobre el rendimiento deportivo, Smith y cols.⁷⁴ comprobaron que dicha metodología de entrenamiento presentaba resultados beneficiosos sobre el $VO_{2\text{máx}}$, si bien éstos a su vez fueron significativamente superiores cuando el período de entrenamiento de 6 semanas de duración se acompañó con una suplementación con β -alanina a una dosis creciente de 3 a 6 g/d. En este estudio, sin embargo, las mejoras provocadas en el VT no fueron estadísticamente diferentes a las logradas mediante la ingesta de placebo⁷⁴.

En esta misma línea, recientemente se ha valorado el efecto sobre una prueba de 2.000 m en remoergómetro en un grupo de remeros altamente entrenados que se suplementaron con 6-7 g (80 mg/kg)/d de β -alanina durante un período de 4 semanas⁷². En dicho estudio se observó una mejora del rendimiento en 2,9 segundos, si bien, los resultados a pesar de no mostrar una diferencia estadísticamente significativa, sí que mostraron una tendencia a la significación ($p = 0,55$). Seguramente, el pequeño tamaño de la muestra pudiese haber condicionado los resultados ($n = 7$). No obstante, los remeros que se suplementaron obtuvieron tiempos estadísticamente superiores en 2 de los parciales intermedios (750 y 1.000 m) lo que pudo ser debido a una mayor capacidad de regular el pH, dado que la disminución del mismo fue inferior en el grupo de intervención⁷².

Por otro lado, en una prueba hasta el agotamiento a una intensidad relativa del 90% o al 100% del $VO_{2\text{máx}}$, no se ha observado ningún efecto de mejora del rendimiento en un grupo de sujetos físicamente activos tras seguir un protocolo de suplementación de 4 semanas con una dosis de 4,8 g/d¹⁰¹.

Podemos ver cómo los deportistas de modalidades de resistencia aeróbica pudieran beneficiarse mediante la suplementación con β -alanina, ya que, podría existir una mejora en el VT^{96,126,127}, así como una disminución de la fatiga neuromuscular, siendo posible que exista una mejora a intensidades máximas. Del mismo modo, debemos pensar que, en este tipo de modalidades deportivas, muchas veces el éxito se debe a la capacidad de los deportistas de poder realizar un último esfuerzo con un alto componente anaeróbico. Sirva de ejemplo los últimos 400 m de la final de los 10.000 m de los Juegos Olímpicos de Londres 2012, donde el británico Mo Farah ganó la prueba corriendo los últimos 400 m en un tiempo de 54,59 segundos. Es por ello que, resultados como los anteriormente reportados por Van Thienen y cols.⁷⁶ en los que se produce una mejora significativa en la potencia pico y media durante un test de Wingate tras la realización de una prueba a intensidades variables, por encima y por debajo del MLSS, con una duración de 125 minutos, hace que se considere interesante esta suplementación en los deportistas de estas modalidades deportivas donde predomina el metabolismo aeróbico.

Posología

Antes de dar recomendaciones en suplementación deportiva, un aspecto muy importante es considerar la posología de la misma. Para ello, hay que fijarse en posibles efectos adversos, así como considerar la cinética en sangre tras la administración del suplemento nutricional. Con respecto a la cinética de la β -alanina en plasma habría que indicar que los niveles basales se recuperan transcurridas 3 horas y que ésta, ya ha disminuido un 50% con respecto a su valor máximo a los 30-40 minutos posteriores a realizar la ingesta¹⁰. Conocer dichos períodos temporales es muy importante ya que se ha comprobado que en dosis a partir de 10 mg/kg aparecen síntomas leves de parestesia¹³. La parestesia es el principal efecto secundario conocido de la suplementación con β -alanina³ y hace referencia a una sensación de adormecimiento u hormigueo en la piel¹⁰ y, por regla general desaparece 1 hora después de realizar la ingesta¹³. El mecanismo causante se explica por un aumento en la sensibilidad de las neuronas nociceptivas encargadas de transmitir el dolor neuropático^{130,131}. Anecdóticamente, cabe destacar que también se han descrito, junto a parestesia, dolor de garganta como efecto adverso⁴³.

En cualquier caso parece que los síntomas de parestesia, a partir de dosis de 10 mg/kg, se incrementan de manera dosis-dependiente^{13,31} y que, por regla general, desaparece 1 hora después de realizar la ingesta¹³.

Dado que 10 mg/kg se corresponde aproximadamente con 0,8 g y, en base a la cinética de la β -alanina se ha propuesto que la suplementación ideal sería la de ingerir 0,8 g de β -alanina cada 3-4 horas, de modo que la ingesta diaria podría llegar hasta los 4,8-6 g/día¹³ o 50-80 mg/kg/día¹³². Esta posología de ingerir varias dosis repetidas a lo largo del día, tiene un mayor efecto sobre la retención de β -alanina utilizable para la síntesis de carnosina, al disminuir la excreción urinaria de dicho compuesto¹³³. De este modo, este tipo de dosis han demostrado ser eficaces sin producir efectos adversos¹³⁴ y, en términos generales, la suplementación con β -alanina se considera una práctica segura².

Aun así, siguen estudiándose estrategias con objeto de intentar reducir los síntomas de parestesia. En este sentido, no se han observado síntomas de parestesia cuando se ingiere β -alanina en una solución con hidratos de carbono⁷³. En general, se ha sugerido que la administración de β -alanina junto a alimentos, reduce hasta en un 50% las concentraciones máximas en suero, debido a un enlentecimiento del vaciado gástrico¹³. Dado que los síntomas de parestesia se asocian a los valores pico de β -alanina en suero¹², dichas estrategias pueden resultar interesantes. Para finalizar, habría que informar que actualmente se están probando encapsulados de liberación lenta, que se han mostrado eficaces para retrasar los valores pico en plasma, así como disminuir la excreción urinaria y los síntomas de parestesia, lo que se traduce en una mayor tasa de retención y en una práctica más efectiva¹³⁴.

Tabla I
Resumen de estudios que han valorado directamente el rendimiento deportivo tras un período de suplementación con β-alanina

Cita	Participantes	Grupos experimentales	Duración	Protocolo de suplementación	Test de valoración	Resultados
59	H atletas de 400 ml entrenados (n: 15)	GBA (n: 8) GP (n: 7)	5 s	GBA: S1-S4: 2,4 g/d BA D28-32: 3,6 g/g BA D33-D35: 4,8 g/d BA	400 ml 5 x 30 extensiones de piernas TTE al 45% MVIC Concentración de carnosina muscular	400 ml: mejora en GBA (de 51,11 a 50,36) y GP (de 52,19 a 51,44) (sin diferencias entre grupos) Torque: mejora en 4° serie (6,1%) y 5° serie (3,8%) en GBA Contenido de carnosina muscular se incrementa (47%) en GBA
71	H remeros altamente entrenados (n:16)	GBA (n: 7) GP (n: 9)	4 s	GBA: 6-7g/d BA	2000 m remoergómetro	2000 m GBA tendencia a mejorar (2,9 seg) GBA mejora tiempo de paso en 750 m (3,6%) y 1000m (2,9%)
72	H deportistas entrenados (n:21)	GBA (n: 10) GP (n: 11)	5 s	GBA: S1: 4g/d BA S4: 6g/d BA	GXT TTE 110% VO _{2max} TTE 140% VO _{2max}	Sin mejora en ninguno de los tests
73	H entrenados. (n:33)	GBACR (n: no definida) GCR (n: no definida) GP (n: no definida)	10 s	GBACR: 10,5 g/d CR + 3,2 g/d BA GCR:10,5 g/d CR	1 RM en sentadilla y press de banca Test de Wingate Test 20 CMJ consecutivos Composición corporal Hormonas (GH, IGF-1, testosterona y cortisol)	1 RM en sentadilla y press de banca mejora en GBACR y en GCR. Testosterona se incrementa en GCR (de 20,0 nmol/L a 24,4 nmol/L). Incremento de masa magra (1,74%) y disminución de masa grasa (-1,21%) en GBACR vs GP
74	H deportistas universitarios recreacionales (n: 36)	GBA (n: 18) GP (n:18)	6 s	GBA: S1-S4: 6 g/d BA S4-S6: 3 g/d BA	Pre – Mid -Post GXT Composición corporal	VO ₂ máx en Mid vs Pre-Mid mejoró en GBA (3,28 a 3,52 l/min) y GP (3,25 a 3,56 l/min). VO ₂ máx Mid-Post mejoró en GBA (3,52 a 3,61 l/min) TTE en GXT Mid-Post mejoró (de 1340 a 1386 seg) en GBA
76	H ciclistas moderadamente entrenados (n: 17)	GBA (n: 9) GP (n: 8)	8 s	GBA: S1-S2: 2 g/d BA S3-S4: 3 g/d BA S4-S8: 4 g/d BA	Test incremental intermitente: 110 min (TII) + 10 min 100% MLSS (TMLSS) + 5 min 50% MLSS + Wingate	10 MLSS: potencia media mejora (de 482 a 535 W) en GBA Wingate: potencia media mejora (de 693 a 727 W) y potencia pico mejora (993W a 1105W) en GBA
95	H y M altamente entrenados (n:18)	GBA (n: 9) GP (n: 9)	5 s	GBA: S1: 3,2 g/d BA S2-S5: 6,4 g/d BA	100 m natación estilo libre 200 m natación estilo libre	200 m: GBA mejora (2%) 100 m: GBA tendencia a la mejora (2,1%)
96	H no entrenados (n: 51)	GBA (n: 12) GCR (n: 12) GBA+CR (n: 14) GP (n: 13)	4 s	GBA: 1,2 g/d BA GCR: 5,25 g/d CR GBA+CR: 1,2 g/d BA +5,25 g/d CR	PWCFT	PWCFT: mejora 18,5 W en GBA

Tabla I (cont)
Resumen de estudios que han valorado directamente el rendimiento deportivo tras un periodo de suplementación con β -alanina

Cita	Participantes	Grupos experimentales	Duración	Protocolo de suplementación	Test de valoración	Resultados
97	H competidores en judo y jiu-jitsu (n: 37)	GBA (n: 10) GBS (n: 9) GBA+BS (n: 9) GP (9)	4 s	GBA: 6,4 g/d BA GBS: 500 mg/kg/d BS GBABS: 6,4 g/d BA + 500 mg/kg/d BS. GP	4 x Wingate (miembros superiores). R: 3 min	Potencia media mejora en GBA en el 2º Wingate (6,5%), en el 3º Wingate (10,5) y en el 4º (7,15%) GBS mejora en el 4º Wingate (9,4%). GBABS mejora en el 1º Wingate (8,6%), 2º Wingate (12,5%), 3º Wingate (14,2%) y 4º Wingate (20,3%) Potencia pico mejoró en GBS en el 4º Wingate (13,7%). GBABS mejoró en el 2º Wingate (15,3%), 3º Wingate (18,3%) y en 4º Wingate (22,3%)
100	H físicamente activos. (n:13)	GBA (n:7) GP (n:6)	4 s	GBA: 6,4 g/d BA	TTE 45% MVIC mejora un 13,2% (76,9 a 86,6 seg)	TTE 45% MVIC mejora (13,2%) en GBA
101	H y M físicamente activos (n: 50)	GBA (n: 26) GP (n: 24)	4 s	GBA: 4,8 g/d BA	GXT Test VO _{2max} TTE 110% VO _{2max} TTE 100% VO _{2max} TTE 90% VO _{2max}	Sin mejora en ninguno de los tests
102	H universitarios deportistas (n: 21)	GBA (n: 11) GP (n: 10)	5 s	GBA: 4 g/d BA	GXT TTE 115% VO _{2max} TTE 140% VO _{2max}	Sin mejora en ninguno de los tests
103	H y M nadadores de élite (n:32)	GBA (n: 19) GP (n: 13)	10 s	GBA: S1-S4: 4,8 g/d BA. S5-S10: 3,2 g/d BA	Tiempo en competición	Tiempo en competición tiende a mejorar (0,4%) en S4 en GBA
107	H físicamente activos (n:14)	GBA (n: 7) GP (n: 7)	4 s	GBA: D1-D2: 2,4 g/d BA D3-D4: 3,6 g/d BA D5-S4: 4,8 g/d BA	GXT 6 min 50% entre VT y VO _{2max}	Diferencias en pH por descenso (0,015) en GBA e incremento en GP (0,012) No se obtienen mejoras en la VE ni Vo2 máx
113	H entrenados (n: 20)	GBA (n:10) GBS (n: 10) GBABS (n: 10) GP (n: 10)	4 s	GBA: 6,4 g/d BA GBS: 0,5 g/d BS (2 últimos días) GBABS: 6,4 g/d BA + 0,5 g/d BS (2 últimos días)	TTE 110% VO _{2max}	TTE 110%: mejora 16,2% en GBABS y 12,1% en GBA. Mejora estadísticamente significativa en GBABS vs GBA TWD: mejora (8.1) en GBABS

Tabla I (cont)
Resumen de estudios que han valorado directamente el rendimiento deportivo tras un período de suplementación con β-alanina

Cita	Participantes	Grupos experimentales	Duración	Protocolo de suplementación	Test de valoración	Resultados
114	H Ciclistas altamente entrenados (n: 14)	GBA (n: 7) GBS (n: 7) GBABS (n: 7) GP (n: 7)	4 s	GBA: 65 mg/kg/d BA GBS: 0,3 g/kg BS GBABS: 65 mg/kg/d BA + 0,3 g/kg BS	T _{max} 4 min	Potencia media: mejora en GBS (3,1%) y GBABS (3,3%) (sin diferencia entre grupos) Total work: mejora en GBS (3%) y GBABS (3,2%) (sin diferencia entre grupos)
126	M (n: 22)	GBA (n: 11) GP (n: 11)	4 s	GBA: S1: 3,2 g/d BA S2-S4: 6,4 g/d BA	Test GXT con EMG PWCFT	VT mejora (de 1,30 a 1,51 l/min) en GBA PWCFT mejora (de 113, 64 a 130,0 W) en GBA
129	H activos (n: 39)	GBA (n: 20) GP (n: 19)	6 s	GBA: 2 g/d BA	GXT	VO _{2max} mejora (de 2.62 a 2,79 l/min) TTE en GXT mejora (de 923,6 a 992,4 seg) en GBA

BA: beta alanina; BS: bicarbonato sódico; CV: critical velocity; d: día; EMG: electromiografía; g: gramos; GBA: grupo de beta alanina; GBS: grupo bicarbonato sódico; GXT: prueba de esfuerzo máxima incremental; h: hora; min: minutos; ml: metros lisos; MVIC: maximal voluntary isometric contraction; PE: post-ejercicio; PWCFT: Physical Working Capacity at fatigue Threshold; R: recuperación; s: semana; seg: segundos; T_{max}: test a máxima intensidad; TTE: tiempo hasta el agotamiento; TWD: Total Work done; VO_{2max}: consumo máximo de oxígeno; VT: ventilatory threshold. Todos los resultados presentados reflejan diferencias estadísticamente significativas (p < 0,05). El término tendencia a la significación hace referencia a 0,5 > p < 0,15.

Limitaciones del estudio

La principal limitación del presente trabajo ha estado relacionado con el número de artículos seleccionados. Tras analizar todos los resúmenes que se encontraron una vez aplicada la estrategia de búsqueda, se obtuvo un total de 44 artículos de intervención que cumplían con los criterios de inclusión marcados. Sin embargo, no se pudo acceder al texto completo de 26 investigaciones, motivo por el cual se incorporaron 18 artículos al presente trabajo.

Conclusiones

Las funciones de la carnosina en el organismo son fundamentales y están relacionadas con su acción antioxidante y antiinflamatoria, así como un posible efecto neuroprotector y *antiaging*. Es por ello, que situaciones de déficit se han observado tanto en sujetos con diabetes tipo II, Alzheimer o autismo. Sin embargo, las funciones más importantes relacionadas con el rendimiento deportivo podrán ser las relacionadas con la capacidad de actuar como un potente tampón a nivel muscular, así como por la mejora en la sensibilidad del calcio a nivel de la fibra muscular.

La disponibilidad de β-alanina se ha identificado como el factor limitante de la síntesis de carnosina. Por ello, la suplementación nutricional con β-alanina es efectiva para aumentar las reservas musculares de carnosina. No obstante, hay que destacar a otros factores como el género, entrenamiento, entorno hormonal y, sobre todo, tipo de fibras musculares, que también determinarán el contenido de carnosina muscular.

Por cualquiera de sus funciones, la suplementación con β-alanina puede tener un efecto beneficioso sobre la capacidad anaeróbica láctica, especialmente en protocolos intermitentes de alta intensidad, o en aquellos donde el desarrollo de la fuerza sea un componente importante en relación al rendimiento. De este modo, aquellas modalidades deportivas de muy corta duración, también podrían verse favorecidas seguramente por una mejora en la capacidad de realizar un mayor volumen de entrenamiento a una mayor intensidad. Los deportistas de resistencia aeróbica, también podrían ver incrementado su rendimiento y beneficiarse de una suplementación a este nivel, ya que, además de un posible efecto beneficioso sobre el umbral anaeróbico, podría mejorar la capacidad anaeróbica láctica, la clave del éxito en la mayoría de competiciones.

La suplementación con β-alanina es una práctica segura. En cuanto a la posología se debería recomendar una dosis de 6,4 g/d espaciada en 4-8 tomas diarias de 0,8-1,6 g a intervalos de 3 horas, con objeto de minimizar los síntomas de parestesia.

En cuanto a futuras investigaciones, todos los diseños cruzados deberían de tener en cuenta el tiempo de lavado, siendo preciso esperar, al menos, 9 o 10 semanas. También, destacar que sería interesante realizar

protocolos de valoración intermitentes, con objeto de poder determinar el efecto de la suplementación en situaciones de un pH más bajo.

Referencias

1. Matthews MM, Traut TW. Regulation of N-carbamoyl-beta-alanine amidohydrolase, the terminal enzyme in pyrimidine catabolism, by ligand-induced change in polymerization. *J Biol Chem* 1987; 262: 7232-7.
2. Artioli GG, Gualano B, Smith A, Stout J, Lancha AH. Role of beta-alanine supplementation on muscle carnosine and exercise performance. *Med Sci Sports Exerc* 2010; 42(6): 1162-73.
3. Sale C, Saunders B, Harris RC. Effect of beta-alanine supplementation on muscle carnosine concentrations and exercise performance. *Amino Acids* 2010; 39: 321-33.
4. Culbertson JY, Kreider RB, Greenwood M, Cooke M. Effects of beta-alanine on muscle carnosine and exercise performance: a review of the current literature. *Nutrients* 2010; 2: 75-98.
5. Bakardjiev A, Bauer K. Transport of beta-alanine and biosynthesis of carnosine by skeletal muscle cells in primary culture. *Eur J Biochem* 1994; 225: 617-23.
6. Bauer K, Schulz M. Biosynthesis of carnosine and related peptides by skeletal muscle cells in primary culture. *Eur J Biochem* 1994; 219: 43-7.
7. Dunnett M, Harris R. Influence of oral beta-alanine and L-histidine supplementation on the carnosine content of the gluteus medius. *Equine Vet J* 1990; 30: 499-504.
8. Bakardjiev A. Biosynthesis of carnosine in primary cultures of rat olfactory bulb. *Neurosci Lett* 1997; 227: 115-8.
9. Bonfanti L, Peretto P, de Marchis S, Fasolo A. (1999). Carnosine related dipeptides in the mammalian brain. *Prog Neurobiol* 59, 333-353.
10. Hoffman JR, Emerson NS, Stout JR. β -alanine supplementation. *Curr Sports Med Reports* 2012; 11(4): 189-96.
11. Skaper SD, Das S, Marshall FD. Some properties of a homocarnosine-carnosine synthetase isolated from rat brain. *J Neurochem* 1973; 21: 1429-45.
12. Sterlingwerff T, Decombaz J, Harris RC, Boesch C. Optimizing human *in vivo* dosing and delivery of β -alanine supplements for muscle carnosine synthesis. *Amino Acids* 2012; 43(1): 57-65.
13. Harris RC, Tallon MJ, Dunnett M, Boobis L, Coakley J, Kim HJ, et al. The absorption of orally supplied beta-alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis. *Amino Acids* 2006; 30: 279-89.
14. Beaver WL, Wasserman K, Whipp BJ. Bicarbonate buffering of lactic acid generated during exercise. *J Appl Physiol* 1986; 60: 472-8.
15. Quinn PJ, Boldyrev AA, Formazuyk VE. Carnosine: its properties, functions and potential therapeutic applications. *Mol Aspects Med* 1992; 13: 379-444.
16. Abe H. Role of histidine-related compounds as intracellular proton buffering constituents in vertebrate muscle. *Biochem* 2000; 65: 757-65.
17. Parkhouse WS, McKenzie DC, Hochachka PW, Ovalle WK. Buffering capacity of deproteinized human vastus lateralis muscle. *J Appl Physiol* 1985; 58: 14-7.
18. Parker CJJ, Ring E. A comparative study of the effect of carnosine on myofibrillar-ATPase activity on vertebrate and invertebrate muscles. *Comp Biochemistry and Physiology* 1970; 37: 413-9.
19. Batrukova MA, Rubtsov AM. Histidine-containing dipeptides as endogenous regulators of the activity of sarcoplasmic reticulum Ca-release channels. *Biochim Biophys Acta* 1997; 1324: 142-50.
20. Dutka TL, Lamb GD. Effect of carnosine on excitation-contraction coupling in mechanically-skinned rat skeletal muscle. *J Muscle Res Cell Motil* 2004; 25: 203-13.
21. Lamont C, Miller DJ. Calcium sensitizing action of carnosine and other endogenous imidaxoles in chemically skinned striated muscle. *J Physiol* 1992; 454: 421-34.
22. Rubtsov AM. Molecular mechanisms of regulation of the activity of sarcoplasmic reticulum Ca-release channels (ryanodine receptors), muscle fatigue, and Severin's phenomenon. *Biochem* 2001; 66: 1132-43.
23. Begum G, Cunliffe A, Leveritt M. Physiological role of carnosine in contracting muscle. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2005; 15: 493-514.
24. Dutka TL, Lamboley CR, McKenna MJ, Murphy RM, Lamb GD. Effects of carnosine on contractile apparatus Ca²⁺ sensitivity and sarcoplasmic reticulum Ca²⁺ release in human skeletal fiber. *J Appl Physiol* 2012; 112: 728-36.
25. Boldyrev AA. Does carnosine possess direct antioxidant activity? *Int J Biochem* 1993; 25: 1101-7.
26. Boldyrev AA. Carnosine: new concept for the function of an old molecule. *Biochem* 2012; 77: 313-326.
27. Mastaloudis A, Leonard SW, Traber MG. Oxidative stress in athletes during extreme endurance exercise. *Free Radic Biol Med* 2001; 31: 911-22.
28. Ebbeling CB, Clarkson PM. Exercise-induced muscle damage and adaptation. *Sports Med* 1989; 7: 207-34.
29. Boldyrev AA. Protection of proteins from oxidative stress: a new illusion or a novel strategy? *Ann New York Acad Sci* 2005; 1057: 193-205.
30. Gualano B, Everaert I, Stegan S, Artioli GG, Taes Y, Roschel H, et al. Reduced muscle carnosine content in type 2, but not in type 1 diabetic patients. *Amino Acids* 2011; 43(1): 21-4.
31. Caruso J, Charles J, Unruh K, Giebel R, Learmonth L, Potter W. Ergogenic Effects of β -Alanine and Carnosine: Proposed Future Research to Quantify Their Efficacy. *Nutrients* 2012; 4: 585-601.
32. Hipkiss AR, Cartwright SP, Bromley C, Gross SR, Bill RM. Carnosine: can understanding its actions on energy metabolism and protein homeostasis inform its therapeutic potential? *Chem Cent J* 2013; 7(1): 38.
33. Suzuki Y, Osamu I, Mukai N, Takahashi H, Takamatsu, K. High level of skeletal muscle carnosine contributes to the latter half of exercise performance during 30-s maximal cycle ergometer sprinting. *Jap J Physiol* 2002; 52: 199-205.
34. Nagasawa T, Yonekura T, Nishizawa N, Kitts DD. *In vitro* and *in vivo* inhibition of muscle lipid and protein oxidation by carnosine. *Mol Cell Biochem* 2001; 225: 29-34.
35. Fonteh AN, Harrington RJ, Tsai A, Liao P, Harrington MG. Free amino acid and dipeptide changes in the body fluids from Alzheimer's disease subjects. *Amino Acids* 2007; 32: 213-24.
36. Boldyrev AA, Stvolinsky SL, Fedorova TN, Suslina ZA. Carnosine as a natural antioxidant and geroprotector: from molecular mechanisms to clinical trials. *Rejuvenation Res* 2010; 13: 156-8.
37. Chez MG, Buchanan CP, Aimonovitch MC, Becker M, Schaefer K, Black C, et al. Double-blind, placebo-controlled study of L-carnosine supplementation in children with autistic spectrum disorders. *J Child Neurol* 2002; 17(11): 833-7.
38. Del Favor S, Roschel H, Solis M, Hayashi AP, Artioli GG, Otaduy MC. Beta-Alanine (Carnosyni) supplementation in elderly subjects (60Y80 years): effects on muscle carnosine content and physical capacity. *Amino Acids* 2012; 43(1): 49-56.
39. Hipkiss AR. On the enigma of carnosine's anti-ageing actions. *Exp Gerontol* 2008; 44(4): 237-42.
40. Stout JR, Graves BS, Smith AE, Hartman MJ, Cramer JT, Beck TW, et al. The effect of beta-alanine supplementation on neuromuscular fatigue in elderly (55-92 years): a double-blind randomized study. *J Int Soc Sports Nutr* 2008; 5: 21.
41. Mannion AF, Jakeman PM, Dunnett M, Harris RC, William PL. Carnosine and anserine concentrations in the quadriceps femoris muscle of healthy humans. *Eur J Appl Physiol* 1992; 64: 47-50.

42. Derave W, Everaert I, Beckman S, Baguet A. Muscle carnosine metabolism and β -alanine supplementation in relation to exercise and training. *Sports Med* 2010; 40: 247-63.
43. Penafiel R, Ruzafa C, Monserrat F, Cremades A. Gender related differences in carnosine, anserine and lysine content of murine skeletal muscle. *Amino Acids* 2004; 26: 53-8.
44. Dunnett M, Harris RC. High-performance liquid chromatographic determination of imidazole dipeptide, histidine, 1-methylhistidine and 3-methylhistidine in equine and camel muscle and individual muscle fibres. *J Chromatogr B Biomed Sci Appl* 1997; 688, 47-55.
45. Sewell DA, Harris RC, Marlin DJ, Dunnett M. Estimation of the carnosine content of different fibre types in the middle gluteal muscle of the thoroughbred horse. *J Physiol* 1992; 455: 447-53.
46. Harris RCD, Greenhaff PL. Carnosine contents in individual fibres of human vastus lateralis muscle. *J Sports Sci* 1998; 16: 639-43.
47. Hill CA, Harris RC, Kim HJ, Harris BD, Sale C, Boobis LH, et al. Influence of beta-alanine supplementation on skeletal muscle carnosine concentrations and high intensity cycling capacity. *Amino Acids* 2007; 32: 225-33.
48. Kendrick IP, Kim HJ, Harris RC, Kim CK, Dang VH, Lam TQ, et al. The effect of 4 weeks β -alanine supplementation and isokinetic training on carnosine concentrations in type I and II human skeletal muscle fibres. *Eur J Appl Physiol* 2009; 106: 131-8.
49. Tallon MJ, Harris RC, Boobis LH, Fallowfield JL, Wise JA. The carnosine content of vastus lateralis is elevated in resistance-trained bodybuilders. *J Strength Cond Res* 2005; 19: 725-9.
50. Harris RC, Wise JA, Price KA, Kim HJ, Kim CK, Sale C. Determinants of muscle carnosine content. *Amino Acids* 2012; 43: 5-12.
51. Stellingwerff T, Anwander H, Egger A, Buehler T, Kreis R, Decombaz J, et al. Effect of two β -alanine dosing protocols on muscle carnosine synthesis and washout. *Amino Acids* 2012; 42(6): 2461-72.
52. Gonzales GF. Serum testosterone levels and excessive erythrocytosis during the process of adaptation to high altitudes. *Asian J Androl* 2013; 15: 368-74.
53. Kon M, Ikeda T, Homma T, Akimoto T, Suzuki Y, Kawahara T. Effects of acute hypoxia on metabolic and hormonal responses to resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2010; 42(7): 1279-85.
54. Suzuki T, Ito O, Takahashi H, Takamatsu K. The effect of sprinting training on skeletal muscle carnosine in humans. *Int J Sport Health Sci* 2004; 2: 105-10.
55. Gardner ML, Illingworth KM, Kelleher J, Wood D. Intestinal absorption of the intact peptide carnosine in man, and comparison with intestinal permeability to lactulose. *J Physiol* 1991; 439: 411-22.
56. Harris RC, Jones G, Hill CH, Kendrick IP, Boobis L, Kim C, et al. The carnosine content of V Lateralis in vegetarians and omnivores. *FASEB J* 2007; 21: 769-20.
57. Stear SJ, Castell LM, Burke LM, Spriet LL. *BJSM reviews: A-Z of nutritional supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance Part 6.* *Br J Sports Med* 2010; 44: 77-8.
58. Baguet A, Reyngoudt H, Pottier A, Everaert I, Callens S, Achten E, et al. Carnosine loading and washout in human skeletal muscles. *J Appl Physiol* 2009; 106: 837-42.
59. Derave W, Ozdemir MS, Harris RC, Pottier A, Reyngoudt H, Koppo K, et al. β -alanine supplementation augments muscle carnosine content and attenuates fatigue during repeated isokinetic contraction bouts in trained sprinters. *J Appl Physiol* 2007; 103: 1736-43.
60. Bembien M, Lamont HD. Creatine Supplementation and exercise performance. *Sports Med* 2005; 35(2): 107-25.
61. Kreider RB. Effects of creatine supplementation on performance and training adaptations. *Mol Cell Biochem* 2003; 244: 89-94.
62. Casey A, Constantini-Teodosiu D, Howell S, Hultman E, Greenhaff PL. Creatine ingestion favorably affects performance and muscle metabolism during maximal exercise in humans. *Am J Physiol* 1996; 271: 31-7.
63. Volek JS, Kraemer WJ. Creatine supplementation: Its effect on human muscular performance and body composition. *J Strength Cond Res* 1996; 10(3): 200-10.
64. Burke LM, Chilibeck PD, Parise GC, Andow DG, Mahoney D, Tarnopolsky M. Effect of creatine and Weight Training on Muscle Creatine and performance in Vegetarians. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35: 946-1045.
65. Mesa JLM, Ruiz JR, González-Gross M, Gutiérrez A, Castillo MJ. Oral creatine supplementation and skeletal muscle metabolism in physical exercise. *Sports Med* 2002; 32: 903-44.
66. Margaria R, Cerretelli P, DiPrampiero PE, Massari C, Torrelli G. Kinetics and mechanism of oxygen debt contraction in man. *J Appl Physiol* 1963; 18: 371-7.
67. González R, García D, Herrero JA. La suplementación con creatina en el deporte y su relación con el rendimiento deportivo. *Rev Int Med Act Fis Dep* 2003; 3(12): 242-59.
68. Dorado C, Sanchis J, López-Calbet JA. Efectos de la administración de suplementos de creatina sobre el rendimiento. *Arch Med Dep* 1997; 59: 213-21.
69. Morán M. Tipos de fibras musculares. En: Chicharro JL, Fernández A, editores. *Fisiología del Ejercicio*. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2008. p. 91-7.
70. Skare OC, Skadberg O, Wisnes AR. Creatine supplementation improves sprint performance in male sprinters. *Scand J Med Sci Sports* 2001; 11: 96-102.
71. Ducker KJ, Dawson B, Wallman KE. Effect of Beta-Alanine Supplementation on 2,000-m Rowing-Ergometer Performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2013; 23: 336-43.
72. Ducker KJ, Dawson B, Wallman KE. Effect of beta alanine and sodium bicarbonate supplementation on repeated-sprint performance. *J Strength Cond Res* 2013; 27(12): 3450-60.
73. Hoffman JR, Ratamess NA, Kang J, Mangine G, Faigenbaum A, Stout J. Effect of creatine and β -alanine supplementation on performance and endocrine responses in strength/power athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2006; 16: 430-46.
74. Smith AE, Walter AA, Graef JL, Kendall KL, Moon JR, Lockwood CM, et al. Effects of β -alanine supplementation and high-intensity interval training on endurance performance and body composition in men; a double-blind trial. *J Int Soc Sports Nutr* 2009; 6: 5.
75. Bex T, Chung W, Baguet A, Stegen S, Stautemas J, Achten E, Derave W. Muscle carnosine loading by beta-alanine supplementation is more pronounced in trained vs. untrained muscles. *J Appl Physiol* 2014; 116: 204-9.
76. Van Thienen R, Van Proeyen K, Van Eynde B, Lefere T, Hespel P. Beta-alanine improves sprint performance in endurance cycling. *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41: 898-903.
77. Hobson RM, Saunders B, Ball G, Harris RC, Sale C. Effects of beta-alanine supplementation on exercise performance: a review by meta-analysis. *Amino Acids* 2012; 43: 25-37.
78. Domínguez R. Necesidades de hidratos de carbono en el deportista de resistencia. *Mot Hum* 2012; 13(1): 60-6.
79. Hultman E, Sahlin K. Acid-base balance during exercise. *Exer Sports Sci Rev* 1980; 8: 41-128.
80. Wallimann T, Tokarska-Schlattner M, Schlattner U. The creatine kinase system and pleiotropic effects of creatine. *Amino Acids* 2011; 40: 1271-96.
81. Osnes JB, Hermansen L. Acid-base balance after maximal exercise of short duration. *J Appl Physiol* 1972; 32: 59-63.
82. Harris RC, Edwards RH, Hultman E, Nordesjo LO, Nylin B, Sahlin K. The time course of phosphorylcreatine resynthesis during recovery of the quadriceps muscle in man. *Pflugers Arch* 1976; 367, 137-42.
83. Sahlin K, Harris RC. The creatine kinase reaction: a simple reaction with functional complexity. *Amino Acids* 2011; 40(5): 1363-7.
84. Trivedi B, Daniforth WH. Effect of pH on the kinetics of frog muscle phosphofructokinase. *J Biol Chem* 1966; 241: 4110-2.
85. Donaldson SKB, Hermansen L. Differential direct effects of H^+ and Ca^{2+} activated force of skinned fibres from the soleus,

- cardiac, adductor magnus muscle of rabbits. *Pflugers Arch* 1978; 376: 55-65.
86. Fabiato A, Fabiato F. Effects of pH on the myofilaments and the sarcoplasmic reticulum of skinned cells from cardiac and skeletal muscles. *J Physiol* 1978; 276: 233-5.
 87. Green HJ. Mechanisms of muscle fatigue in intense exercise. *J Sports Sc*, 1997; 15: 247-56.
 88. Price M, Moss P. The effects of work:rest duration on physiological and perceptual responses during intermittent exercise and performance. *J Sports Sci* 2007; 25: 1613-21.
 89. Swank AM, Robertson RJ. Effect of induced alkalosis on perception of exertion during exercise recovery. *J Strength Cond Res* 2002; 16: 491-9.
 90. Taylor AD, Bronks R, Bryant AL. The relationship between electromyography and work intensity revisited: A brief review with references to lactic acidosis and hyperammonia. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 1997; 37: 387-98.
 91. Fitts, R.H. (1994). Cellular mechanisms of muscle fatigue. *Physiological Reviews*, 74, 49-94.
 92. Hermansen L. Effect of metabolic changes on force generation in skeletal muscle during maximal exercise. *Ciba Found Symp* 1981; 82: 75-88.
 93. Hermansen L, Osnes JB. Blood and muscle pH after maximal exercise in man. *J Appl Physiol* 1972; 32: 304-8.
 94. Messonnier L, Kristensen M, Juel C, Denis C. Importance of pH regulation and lactate/H⁺ transport capacity for work production during supramaximal exercise in humans. *J Appl Physiol* 2007; 102(5): 1936-44.
 95. De Salles V, Roschel H, de Jesus F, Sale C, Harris RC, Solis MY, et al. The ergogenic effect of beta-alanine combined with sodium bicarbonate on high-intensity swimming performance. *Appl Physiol Nutr Metab* 2013; 38: 525-32.
 96. Stout JR, Cramer JT, Mielke M, O'Kroy JA, Torok D, Zoeller RF. Effects of twenty eight days of beta-alanine and creatine monohydrate supplementation on the physical working capacity at neuromuscular fatigue threshold. *J Strength Cond Res* 2006; 20: 928-31.
 97. Tobias G, Benatti FB, de Salles V, Roschel H, Gualano B, Sale C, et al. Additive effects of beta-alanine and sodium bicarbonate on upper-body intermittent performance. *Amino Acids* 2013; 45: 309-317.
 98. Kendrick IP, Harris RC, Kim HJ, Kim CK, Dang VH, Lam TQ, et al. The effects of 10 weeks of resistance training combined with beta-alanine supplementation on whole body strength, force production, muscular endurance and body composition. *Amino Acids* 2008; 34: 547-554.
 99. Juel C. Muscle pH regulation: role of training. *Acta Physiol Scand* 1998; 162: 359-66.
 100. Sale C, Hill CA, Ponte J, Harris RC. β -alanine supplementation improves isometric endurance of the knee extensor muscles. *J Int Soc Sports Nutr* 2012; 9: 26.
 101. Smith-Ryan AE, Fukuda DH, Stout JR, Kendall KL. High velocity intermittent running: effects of beta-alanine supplementation. *J Strength Cond Res* 2012; 26(10): 2798-805.
 102. Jagim AR, Wright GA, Brice AG, Doberstein ST. Effects of beta-alanine supplementation on sprint endurance. *J Strength Cond Res* 2013; 27(2): 526-32.
 103. Chung W, Shaw G, Anderson ME, Pyne DB, Saunders PU, Bishop DJ, et al. Effect of 10 Week Beta-Alanine Supplementation on Competition and Training Performance in Elite Swimmers. *Nutrients* 2012; 4: 1441-53.
 104. Edge J, Hill-Haas S, Goodman C, Bishop D. Effects of resistance training on H⁺ regulation, buffer capacity, and repeated sprints. *Med Sci Sports Exerc* 2006; 38: 2004-11.
 105. Schott J, McCully K, Rutherford OM. The role of metabolites in strength training. II. Short versus long isometric contractions. *Eur J Appl Physiol Occ Physiol* 1995; 71: 337-41.
 106. Belfry GR, Raymer GH, Marsh GD, Paterson DH, Thompson RT, Thomas SG. Muscle metabolic status and acid-base balance during 10-s work: 5-s recovery intermittent and continuous exercise. *J Appl Physiol* 2012; 113: 410-417.
 107. Baguet A, Koppo K, Pottier A, Derave W. Beta-Alanine supplementation reduces acidosis but not oxygen uptake response during high-intensity cycling exercise. *Eur J Appl Physiol* 2010; 108: 495-503.
 108. McMahon S, Wenger HA. The relationship between aerobic fitness and both power output and subsequent recovery during maximal intermittent exercise. *J Sci Med Sport* 1998; 1: 219-27.
 109. Ross A, Leveritt M, Riek S. Neural influences on sprint running: training adaptations and acute responses. *Sports Med* 2001; 31: 409-25.
 110. Carr AJ, Hopkins WG, Gore CJ. Effects of acute alkalosis and acidosis on performance: a meta-analysis. *Sports Med* 2011; 41: 801-14.
 111. McNaughton L, Siegler J, Midgley A. Ergogenic effects of sodium bicarbonate. *Curr Sports Med Reports* 2008; 7: 230-6.
 112. Requena B, Zabala M, Padial P, Ferliche B. Sodium bicarbonate and sodium citrate: ergogenic aids? *J Strength Cond Res* 2005; 19: 213-24.
 113. Sale C, Saunders B, Hudson S, Wise JA, Harris RC, Sunderland CD. Effect of β -Alanine Plus Sodium Bicarbonate on High-Intensity Cycling Capacity. *Med Sci Sports Exerc* 2011; 43(10): 1972-8.
 114. Bellinger PMS, Howe ST, Shing CM, Fell JW. Effect of Combined A-Alanine and Sodium Bicarbonate Supplementation on Cycling Performance. *Med Sci Sports Exerc* 2012; 44(8): 1545-51.
 115. Viana-Montaner BH, Gómez-Puerto JR, Centeno-Prada R, Beas-Jiménez JD, Melero-Romero D, Da Silva-Grigoletto ME. Comparación del VO₂ máx y del tiempo hasta el agotamiento en dos modalidades de ejercicio en triatletas. *Rev And Med Dep* 2009; 2(1): 7-11.
 116. Berthon P, Fellman N, Bedu M, Beaune B, Dabonneville M, Coudert J, et al. A 5-min running test as a measurement of maximal aerobic velocity. *Eur J Appl Physiol* 1997; 75: 233-8.
 117. Bassett DR, Howley ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32: 70-84.
 118. Landers GJ, Blanksby BA, Ackland TR, Smith D. Morphology and performance of world championship triathletes. *Ann Hum Biol* 2000; 27: 387-400.
 119. Legaz A, Easton R. Changes in performance, skinfold thicknesses, and fat patterning after three years of intense athletic conditioning in high level runners. *Br J Sports Med* 2005; 39: 851-5.
 120. Dennis SC, Noakes T. Advantages of a smaller body mass in humans when distance-running in warm, humid condition. *Eur J Appl Physiol* 1999; 79: 280-4.
 121. Marino FE, Mbambo Z, Kortekaas E, Wilson G, Lambert MI, Noakes TD, et al. Advantages of smaller body mass during distance running in warm, humid environments. *Pflugers Arch Eur J Physiol* 2000; 441: 359-67.
 122. Burnley M, Jones AM. Oxygen uptake kinetics as a determinant of sports performance. *Eur J Sport Sci* 2007; 7(2): 63-79.
 123. Powers SK, Jackson MJ. Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production. *Physiol Rev* 2008; 88: 1243-76.
 124. De Vries HA, Tichy MW, Houh TJ, Smyth KD, Ticky AM, Housh A. A method for estimating physical working capacity at the fatigue threshold (PWC). *Ergonomics* 1987; 30: 1195-204.
 125. De Vries HA, Housh TJ, Johnson GO, Evans SA, Tharp GD, Housh DJ, et al. Factors affecting the estimation of physical working capacity at the fatigue threshold. *Ergonomics* 1990; 33: 25-33.
 126. Stout JR, Cramer JT, Zoeller RF, Torok D, Costa P, Hoffman JR, et al. Effects of beta-alanine supplementation on the onset of neuromuscular fatigue and ventilatory threshold in women. *Amino Acids* 2007; 32: 381-6.
 127. Zoeller RF, Stout JR, O'Kroy JA, Torok DJ, Mielke M. Effects of 28 days of beta-alanine and creatine monohydrate supplementation on aerobic power, ventilatory and lactate thresholds, and time to exhaustion. *Amino Acids* 2007; 33: 505-10.
 128. McClaren DP, Gibson H, POarry-Billings M, Edwards RHT. A review of metabolic and physiological factors in fatigue. *Exerc Sport Sci Rev* 1989; 17: 29-68.

129. Ghiasvand R, Askari G, Malekzadeh J, Hajishafiee M, Daneshvar P, Akbari F, et al. Effects of Six Weeks of β -alanine Administration on VO₂ max, Time to Exhaustion and Lactate Concentrations in Physical Education Students. *Int J Prev Med* 2012; 3(8): 559–63.
130. Crozier RA, Ajit SK, Kaftan EJ, Pausch MH. MrgD activation inhibits CNQ/M-currents and contributes to enhanced neuronal excitability. *J Neurosci*, 2007; 27: 4492–6.
131. Tiedje KE, Stevens K, Barnes S, Weaver DF. Beta-alanine as a small molecule neurotransmitter. *Neurochem Int* 2010; 57(3): 177–88.
132. Hoffman JR, Ratamess NA, Faigenbaum AD, Ross R, Kang J, Stout JR, et al. Short-duration β -alanine supplementation increases training volume and reduces subjective feelings of fatigue in college football players. *Nutr Res* 2008; 28: 31-5.
133. Harris RC, Glenys AJ, Hyo JK, Kim CK, Price KA, Wise JA. Changes in muscle carnosine of subjects with 4 weeks supplementation with a controlled release formulation of betaalanine (Carnosyni), and for 6 weeks post. *FASEB J* 2009; 23: 599.
134. Decombaz J, Beaumont M, Vuichoud J, Bouisset F, Stellingwerff T. The effect of slow-release Aalanine on absorption kinetics and paresthesia. *Amino Acids* 2012; 43(1): 67-76.



Revisión

Effect of beta-glucans in the control of blood glucose levels of diabetic patients: a systematic review

Eric Francelino Andrade^{1*}, Raquel Vieira Lobato¹, Ticiana Vasques de Araújo¹, Márcio Gilberto Zangerônimo¹, Raimundo Vicente de Sousa¹ and Luciano José Pereira¹.

¹Department of Veterinary Medicine, Physiology and Pharmacology Area, Federal University of Lavras, Mail Box 3037, Zip Code 37200-000, Lavras, Minas Gerais, Brazil.

Abstract

Introduction: Functional foods have been widely utilized to reduce the symptoms of various diseases such as diabetes mellitus (DM). Among the foods used to combat these effects are soluble fibres, mainly those rich in beta-glucans (BGs).

Objective: To review the effects of beta-glucans (BGs) on glucose plasmatic levels of diabetic individuals.

Design: A search was conducted using the Pubmed, Science Direct and Scielo databases using the keywords: diabetes mellitus and beta-glucan and glucose and glycaemia. As inclusion criteria, only studies on diabetic human individuals (type 1 or type 2) who consumed BGs were selected.

Results and Discussion: Of the 819 initial articles retrieved, only 10 fit the inclusion criteria and were used in the study. It was observed that doses around 6.0g/person/day, for at least 4 weeks were sufficient to provoke improvements in the blood glucose levels and also lipid parameters of individuals with DM. However, glucose levels do not reach normal levels using BG alone. Low doses of BG for at least 12 weeks were also reported to promote metabolic benefits.

Conclusions: Based on previous research, it was concluded that the ingestion of BGs was efficient in decreasing glucose levels of diabetic patients. The consumption of greater doses or smaller doses for longer periods of time produced better results.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:170-177)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7597

Key words: *Metabolic syndrome. Diabetes Mellitus. Polysaccharides. Glucans. Barley*

EFFECTO DE LOS BETA-GLUCANOS EN EL CONTROL DE LOS NIVELES DE GLUCOSA EN PACIENTES DIABÉTICOS: REVISIÓN SISTEMÁTICA

Resumen

Introducción: Alimentos funcionales han sido ampliamente utilizados para reducir los síntomas de diversas enfermedades como la diabetes mellitus (DM). Entre los alimentos utilizados en el combate de estos efectos, están las fibras solubles, principalmente aquellas que tienen buena cantidad de beta-glucano (BG's).

Objetivo: El objetivo de esta revisión sistemática fue evaluar los efectos de los BG's en los parámetros metabólicos de individuos diabéticos.

Métodos: Fue conducida una búsqueda en las bases de datos Pubmed, ScienceDirect y Scielo, utilizando las siguientes palabras-clave: diabetes mellitus and beta-glucano and glucosa and glucemia. Como criterio de inclusión, fueron seleccionados solamente estudios en individuos diabéticos (tipo 1 o tipo 2) que consumieron BG's.

Resultados y Discusión: De los 819 trabajos inicialmente encontrados, 10 artículos se encuadraron en los criterios de inclusión, y por eso fueron utilizados en el estudio. Fue observado que dosis superiores de 6,0 g/individuo/día, o dosis más grandes que 3,0 g/individuo/día por un periodo de tiempo más largo, son suficientes para provocar mejoras en los parámetros glucémicos y lipídicos de portadores de DM. Bajas dosis de BG por al menos 12 semanas también presentaron efectos metabólicos benéficos.

Conclusión: Tomando en cuenta los resultados observados, se concluye que los BG's son eficientes en la atenuación de los efectos indeseables del DM, siendo las dosis más grandes o el consumo de pequeñas cantidades por un tiempo más largo las que promueven resultados mejores.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:170-177)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7597

Palabras-clave: *Síndrome metabólico. Diabetes Mellitus. Polisacáridos. Glucanos. Avena.*

Correspondence: Luciano José Pereira.
Department of Veterinary Medicine. Physiology and Pharmacology Area, Federal University of Lavras, Mail Box 3037, Zip Code 37200-000, Lavras, Minas Gerais, Brazil.
E-mail: lucianopereirafla@gmail.com

Recibido: 14-V-2014.
1.ª Revisión: 8-VII-2014.
Aceptado: 25-VIII-2014.

Introduction

Diabetes mellitus (DM) is a metabolic disorder caused by a deficiency in producing insulin or inefficient action of this hormone, which leads to chronic hyperglycaemia and other disorders such as vascular alterations, myocardial infarction, nephropathies, retinopathies, and neuropathies¹. It is estimated that 5% of all deaths worldwide are resulted from diabetes complications², and by the year of 2030 there will be more than 366 millions of diabetic people in the world³.

Conventional treatment of diabetes involves the use of insulin or hypoglycemic agents⁴. However, frequently the use of medications is expensive and involves side effects⁵. As a result, various researchers have investigated non-pharmacological forms of treatment, such as physical activity^{6,7} and functional foods^{8,9}, in order to prevent and mitigate the harmful effects of diabetes.

The ingestion of foods with a low glycaemic index is a helpful alternative in controlling diabetes¹⁰. Important among these foods are those rich in fibre, especially those with a high level of beta-glucans¹¹. Beta-glucans (BGs) are non-starch polysaccharides present in grains like oats, rye and barley, as well as mushrooms, yeast and some grasses^{12,13}. Studies have suggested that foods containing BGs have anti-diabetic effects^{8,10,11}. These fibres seem to form a barrier in the small intestine which prevents glucose and other nutrients absorption, reducing consequently the glycaemia, insulinaemia¹⁴ and also cholesterol serum levels¹². Furthermore, it is hypothesized that BGs may act in activating metabolic pathways through PI3K/Akt, which plays a key role in the pathogenesis of diabetes¹⁵.

Studies assessing the effects of BGs in individuals who are likely to develop metabolic syndrome are frequent¹⁶⁻¹⁸, but the evidence of consuming these fibres to improve glycaemia, HbA1c, insulin levels and lipid profile in individuals with type 1 or 2 DM is not well established.

Therefore, considering the potential of BGs in attenuating the negative effects of DM, the objective of this systematic review was to evaluate the effects of this type of fibre on blood glucose control of diabetic individuals.

Design

Research Strategy

In November 2013 we conducted an electronic search on the Pubmed database (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) using the following keywords: diabetes mellitus and beta-glucan, beta-glucan and glycaemia, diabetes mellitus and beta-glucan, and beta-glucan and glucose. To confirm the results and obtain comple-

mentary studies, a similar methodology was utilized in the ScienceDirect (<http://www.sciencedirect.com>) and Scielo databases (<http://www.scielo.org/php/index.php>), using the same keywords in English.

Selection of Studies

We selected studies which used BGs in the diets of individuals with type 1 or type 2 DM. We opted to select only studies that were conducted on humans with *diabetes mellitus*. There were no restrictions on the way in which the BGs were introduced into the diet, whether mixed into other foods or administered in their pure form. Furthermore, there were no restrictions on the dosage used, experimental period, sample size, language and/or date when the article was published.

Three researchers conducted the searches separately so that later the selected studies could be checked for conformity with the inclusion criteria. In cases of deviation among the selected items, all of the criteria were reviewed and discussed.

Quality Criteria

Quality criteria were adapted from other systematic reviews^{19,20} and in the instrument proposed by Jadad²¹. The adopted parameters were:

Randomized studies: experiments where the diets or the groups were randomized received a score of 2, while non-randomized experiments, or studies in which this fact was not clearly described in the text, received a score of 1.

Blind evaluation: Double or single blind studies received a score of 2, while articles without blind evaluations, or where this fact was not clearly described in the text, received a score of 1.

Control group: papers which related the use of control group, whether in the form of a control diet or a control group of individuals (non-diabetic individuals) received a score of 2, and those which did not report the use of a control group or did not clearly cite this in the text received a score of 1.

Placebo: studies using placebo diets received a score of 2, and studies which did not use or did not clearly describe use of placebos received a score of 1.

Questions about dietary habits: articles which described the use of a questionnaire or interview with a nutritionist received a score of 2, while those which did not describe the use of a questionnaire received a 1.

Additional variables: articles which evaluated only glycaemia and/or glycosylated haemoglobin (HbA1c) and insulin levels received a score of 1; those which evaluated further variables such as total cholesterol, LDL-c, HDL-c, apolipoproteins, PPAR- γ , etc. received a score of 2 (Table I).

Tabla I
Scores for evaluation criteria

Authors	A	B	C	D	E	F	Total
Cugnet-Anceau et al. ⁸	2	2	2	2	2	2	12
Liatis et al. ¹²	2	2	2	1	1	2	10
Reyna et al. ¹⁴	2	1	2	1	2	2	10
Kabir et al. ¹⁰	2	1	1	1	2	2	9
Pick et al. ²⁸	2	1	2	1	1	2	9
Jenkins et al. ¹¹	2	1	1	1	2	1	8
Braaten et al. ²³	1	1	2	1	2	1	8
Tapola et al. ²⁷	2	1	2	1	1	1	8
Rami et al. ²²	2	1	1	1	1	1	7
Tappy et al. ²⁶	1	1	2	1	1	1	7

(A) Randomized studies: 2 points; non-randomized studies: 1 point. (B) Blind evaluation: 2 points; absence of blind evaluation: 1 point. (C) Control group: 2 points; absence of control group: 1 point. (D) Use of placebos: 2 points; lack of placebos: 1 point. (E) Questionnaires about dietary habits: 2 points; non-use of questionnaires: 1 point. (F) Analysis of glycaemia and/or HbA1c and insulin levels: 1point; additional variables such as total cholesterol, LDL-c, HDL-c, apolipoproteins, PPAR- γ , etc.: 2points.

According to the adopted criteria, the maximum possible score was 12 points. Other parameters such as age, sex, experimental period, dose of BGs, and type of diabetes, among others, did not earn points but were used for descriptive purposes in order to contribute to the discussion.

Results

The bibliographic survey conducted on PubMed database yielded 151 articles, and 10 of these were cho-

sen for this review. The search using the ScienceDirect database yielded 668 articles. However, no additional articles were selected. Scielo database search did not retrieve any article. Therefore, 10 articles were used in this review (Figure 1).

Out of the selected articles, 9 (90.0%) used only individuals with type 2 DM in their samples. In all studies, the age of the study participants varied from 11 to 66 years, and the minimum sample number was eight volunteers, while the maximum was 53. In 70% of the studies, interviews were conducted by nutritionists to evaluate participants' dietary profiles before and du-

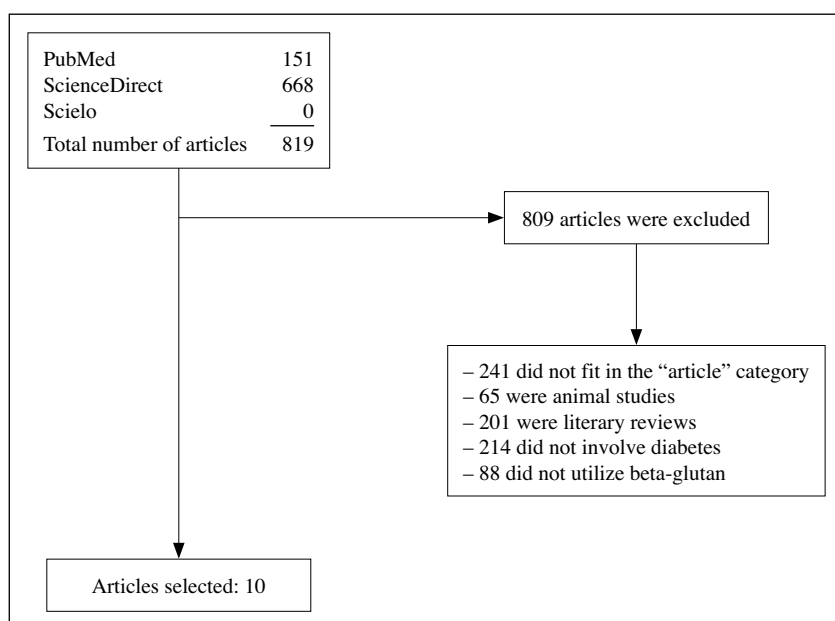


Fig. 1.—Flowchart of the article search process using the keywords “diabetes mellitus” and “beta-glucan” and “glycaemia” and “glucose” and “human”.

ring the experimental period. The most common methodological difficulties were blinding and the use of placebo diet.

As for use of BGs in the diet, the minimal dose described was 1.8 g/person/day²², while the maximum was 9.4 g/person/day²³, and in all the studies the BGs were derived from oats. The experimental meals with BGs were consumed in different formulations; the majority of them were in the form of breakfast cereals or baked goods (Table II). In 50% of the studies the experimental meals were consumed in the morning, 10% at lunch or dinner, and in 30% of the studies the time of consumption was not stipulated or not described. The parameters which were frequently assessed were glycaemia, HbA1c, total cholesterol, HDL, and LDL. Insulin levels were evaluated in 30% of the articles. The principal methodological characteristics of the selected articles are presented in Table II.

Discussion

Systematic reviews generally use pre-defined methods to conduct a wide bibliographic study in order to allow the definition of an evidence of a modality of treatment for a specific disease. The present review was conducted to determine the effectiveness of BGs in reducing blood glucose levels in patients with DM, as well as to determine the most effective dose needed to obtain these results. In order to avoid excluding any articles, a careful review was conducted by the authors. Nevertheless, due to variations in the titles, indexing, and keywords, it is possible that some articles may not have appeared in the results.

Despite the fact that articles existed which studied the efficacy of fibre in mitigating the effects of diabetes^{24,25}, for the present study we selected only articles which mentioned specific quantities of BGs. We also stress that the criteria which evaluated methodological quality were defined based on previous studies¹⁹⁻²¹ and the authors' experiences. Controlled blind randomized studies receive high scores because of their methodological quality and level of evidence. According to the results of the present review, doses of BGs below 3.5 g/person/day were not significant in reducing glycaemia^{2,8} and glycosylated haemoglobin¹⁰ in diabetic individuals. This finding corroborates previous report from the European Food Safety Authority²⁶ stating that the claim of reduction of post-prandial glycaemic response may be used only for food which contains at least 4 g of beta-glucans from oats or barley for each 30 g of available carbohydrates in a quantified portion as part of the meal. However, the present results suggested that doses above 6.0 g/person/day were more efficient to reduce glycaemia and insulinaemia^{27,28}. Moreover, the duration of consumption was a determining factor in the efficacy of this substance against these parameters. A 12-week period of daily ingestion of a dose of 3.0 g/person provoked a 46% reduction of

Table II

Summary of the selected studies

<i>Author and year of publication</i>	<i>Control group</i>	<i>Average age of participants and type of DM.</i>	<i>N</i>	<i>Experimental period</i>	<i>Dose of beta-glucans</i>	<i>Parameters assessed</i>	<i>Principal effects of BGs</i>
Braaten et al. [23]	Yes	55 years, with type 2 DM.	21 CG: 7 men and 4 women EG: 7 men and 3 women.	Three sessions of one dose with an interval of at least 3 days between sessions.	8.8g in oatmeal porridge.	Glycaemia and insulin.	↓ postprandial PG and PI.
Cugnet-Anceau et al. [8]	Yes	62 years, with type 2 DM.	53 CG: 24 EG: 29.	Adaptation (both groups): 3 weeks consuming soup without BGs. Experimental Phase: -experimental group: 8 weeks consuming soup with BGs. - control group: 8 weeks consuming soup without BGs.	3.5g in soup which was consumed once per day.	PG, HDL-c, LDL-c, total cholesterol, TG, Apo-B, HbA1c, C-reactive protein.	↓ TG

Table II (cont)
Summary of the selected studies

Author and year of publication	Control group	Average age of participants and type of DM.	N	Experimental period	Dose of beta-glucans	Parameters assessed	Principal effects of BGs
Jenkins et al. [11]	NC	61 years, with type 2 DM.	16 (10 men and six women)	Four weeks, consuming a test meal one time per week.	7.3g in 50 g breakfast cereal 6.2g in the form of a 50g cereal bar. 3.7g in 50g of oat bread.	GI, palatability.	↓ GI (> concentration of BGs = < GI).
Kabir et al. [10]	No	59 years, with type 2 DM.	13 men.	Two periods of four weeks with 15 days between.	3g in breakfast cereals and breads.	PG, PI, HDL-c, LDL-c, total cholesterol, TG, free fatty acids, Apo AI and Apo-B, HbA1c, Peroxisome Proliferator-activated Receptor γ (PPAR γ), leptin, and CETP mRNAs.	↓ PG peak, total cholesterol, Apo-B. ↑ quantity of RNA-m for leptin in abdominal adipose tissue.
Liatis et al. [12]	Yes	63 years, with type 2 DM.	41 volunteers. CG: 11 men and seven women. GE: 23 (12 men and 11 women).	Three weeks.	3g in bread.	PG, HbA1c, TG, HDL-c, LDL-c, total cholesterol, PI, Homeostasis model of assessment-insulin resistance (Homa-IR).	↓ LDL-c, total cholesterol, fasting PI and Homa-IR.
Pick et al. [28]	Yes	45 years, with type 2 DM.	Eight.	Two periods of 12 weeks.	3g in bread or other baked goods.	PI, fasting PG, HbA1c, total cholesterol and HDL-c.	↓ PG and IP curves, LDL-c and total cholesterol.
Rami et al. [22]	NC	11 years, with type 1 DM.	38 (18 boys and 20 girls).	12 nights.	1.8 g in biscuits or cereal bars.	PG and HbA1c.	No alterations
Reyna et al. [14]	Yes	50 years, with type 2 DM.	16 men	Four weeks.	5.4g in bread and 10g in a biscuit.	BMI, PI, HDL-c, LDL-c, total cholesterol, TG, HbA1c.	↓ BMI, PG, HbA1c. ↑ HDL
Tappy et al. [26]	Control meal.	56 years, with type 2 DM.	Eight (seven men and one woman).	Four separate days.	Four, six or 8.4g in breakfast cereals.	PG, PI, HbA1c.	↓ Postprandial PI. ↓ PG with ↑ dose of BGs.
Tapola et al. [27]	Control meal	66 years with type 2 DM.	12 (7 men and 5 women).	Five different days (glucose tolerance test on each day)	9.4 ; 4.6 and 3.0 g in glucose solutions.	Glucose tolerance test.	↓ Postprandial PG and PG peak.

Abbreviations: DM= Diabetes Mellitus; CG= Control Group; EG= Experimental Group; NC = not clear; PG= Plasma Glucose; PI= Plasma Insulin; GI= Glycaemic Index; TG= Triglycerides; BMI= Body Mass Index. The evaluated variables which are not in the results column were not presented because they did not show significant differences.

glycaemia in relation to the control group²⁹, while the same dose ingested for four weeks¹⁰ or 3.5 g/person/day for eight weeks were not effective⁸. A possible mechanism to explain the reduction of glycaemia through consumption of BGs is the fact that this substance creates a gelatinous layer in the intestine that reduces the absorption of carbohydrates by the enterocytes¹⁴. These fibers promote the formation of soluble viscous solutions which slow the gastric emptying rate decreasing digestion and absorption of nutrients. Thus, how higher the layer, lowest is the glucose uptake³⁰, and this fact explains why studies evaluating small dose did not show significant reduction in glucose blood level. In addition, short-chain fatty acids resulting from the anaerobic bacterial fermentation of BG's in the colon may be related to the maintenance of glucose and insulin balance³¹. It is also reported in experiments using rats that short chain fatty acids, such as acetate, propionate and butyrate can enhance the expression of GLUT-4 via PPAR gamma in muscle fibers and adipocytes, increasing glucose uptake and consequently decreasing blood glucose³¹.

The influence of fibrous foods with elevated doses of BGs on reducing fasting hypoglycaemia episodes were also reported in the literature³². Doses of 8.8 g/person modulated the increase of insulin and glycaemia in the first 40 minutes of the glycaemic test in individuals with type 2 DM, while for 150 and 180 minutes, this dosage caused glucose levels to remain higher in comparison with the control group²⁷. However, consumption of night-time snacks containing 1.8 grams of BGs did not produce effects on hypoglycaemia in children with type 1 DM²⁵. Studies investigating the effects of consumption of BGs by human patients with DM type 1 are scarce. Only one study was retrieved in the present search based on the employed criteria.

The lack of studies evaluating the effectiveness of the use of BGs in humans with Type 1 DM-insulin dependent patients may be related to the fact that this type of fiber is often used in disorders where there is the presence of obesity^{33,34} as is the case with type 2 diabetes^{16,20}. However, some promising results were found in an animal model of type 1 diabetes, showing that there may be benefits on glycemic control, and improvement in antioxidant profile (upregulation of SOD and CAT in liver and kidney), which plays an essential role in alleviating oxidative stress accompanying diabetes³⁵. Although it was not the main goal of the present research, it was found that for plasmatic lipoproteins, doses between 3.0 and 6.0 g/person/day for two to four weeks decreased levels of triglycerides¹⁰, total cholesterol^{12,14}, LDL cholesterol¹⁴, and also caused an increase in HDL-cholesterol^{10,14} (Table II). Improved lipid profile due to consumption of BGs is related to the increase in the conversion of cholesterol into bile acids, which promotes the reduction of cholesterol levels in the enterohepatic circulation³⁶. Another mechanism was shown by an *in vitro* study, where BGs inhibited the capture of long-chain fatty

acids in intestinal tissue, principally when these substances were present in high concentrations³⁷.

Besides, it was observed that the consumption of BGs caused a decrease in body mass in individuals with type 2 diabetes (significant results were observed for ingestion of doses superior to 3g/person/day during a period of at least three weeks)^{12,14}. Again, it is suggested that since the fibers cause increased viscosity of the chyme, it slows the gastric emptying, causing the individual to have a satiety feeling leading to the consumption of less energy³⁸. Furthermore, it was found that doses between 4 and 6 grams of BG increased levels of pancreatic peptide hormone PYY³³. This hormone is related to satiety and brain signaling of satisfaction, playing an important role in the control of obesity³⁹.

Another relevant factor to be considered is related to the physicochemical characteristics of this polysaccharide, such as molecular weight, chemical conformation, solubility, viscosity and positioning its ramifications⁴⁰. With respect to the molecular weight, it is considered that BGs with high molecular weight such as those derived from oats have a higher viscosity, which provides additional health benefits (better glycaemic control and levels of total cholesterol and LDL-c) compared to fibers with lower molecular weight³⁰. Furthermore, it has been suggested that the functionality of BGs can be altered by their physical-chemical characteristics, whereas the conformation of polysaccharides β -1,3/1,4 (usually present in the composition from oats) tend to have greater metabolic potential⁴¹, while the conformation of β -1,3/1,6 tend to have higher potential immunological⁴². However, both features play metabolic and immune activity^{43,44}.

With respect to the immunostimulatory function, it is suggested that high molecular weight BGs from fungi directly activate leukocytes while the lower molecular weight only modulate the response of cells previously stimulated by cytokines⁴⁵. The stimulation of the immune response caused by BGs may be related to its binding on specific receptors that activate macrophages, which triggers various processes such as chemotaxis, macrophage migration, degranulation leading to increased expression of adhesive molecules and adhesion to the endothelium, in addition to increased activity of hydrolytic enzymes, signaling processes that activate other cells and secretion of cytokines⁴⁴. Thus, the consumption of BGs by diabetic patients may play an important role not only for glucose homeostasis as well as on the immune system.

Conclusion

Based on the results observed in the studies which were evaluated in the present review, BGs can be considered effective substances in improving glycaemic and lipid control in individuals with type 2 DM, with higher doses or lower doses for longer periods provi-

ding better results. Out of the 10 studies retrieved, 9 reported metabolic benefits. The only studied which reported absence of effects was conducted in type 1 patients²². This fact was expected since as discussed above, most of the effects of BG are more prone in the intestine reducing carbohydrates absorption. However, the effects of these fibres on humans with type 1 DM were not widely studied. It must be considered that it is difficult to evaluate the effects of BGs on those individuals, since they are often dependent on exogenous insulin. Thus, it is suggested that studies using adjunctive therapy in patients with diabetes, both type 1 and type 2 BGs associated with the use of other agents as modulators of glucose, for example, regular physical activity, hypoglycemic and even lower doses insulin. Additionally, due to the inexistence of longitudinal studies evaluating the consumption of these substances for years, it cannot be inferred that such consumption will not provoke deleterious effects.

Acknowledgments

The authors are grateful to Research Support Foundation of the State of Minas Gerais (FAPEMIG APQ-01692-12-12 and PPM00268/14) and the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq 481125/2013-2).

References

- Seino Y, Nanjo K, Tajima N, *et al.* Report of the Committee on the Classification and Diagnostic Criteria of Diabetes Mellitus. *J Diabetes Investig* 2010; 1: 212-228.
- Dattani N, Jiang A. The diabetic Pandemic: Globalization, Industrialization, and Type 2 Diabetes. *The Meducator* 2009; 1: 12-15.
- Wild S, Roglic G, Green A, *et al.* Global Prevalence of Diabetes. *Diabetes Care* 2004; 27: 1047-1053.
- Messier C, Awad N, Gagnon M. The relationships between atherosclerosis, heart disease, type 2 diabetes and dementia. *Neurol Res* 2004; 26: 567-572.
- Roe ED, Pon NC, Hollander P, *et al.* The 'collateral benefits' of noninsulin therapies for Type 2 diabetes. *Diabetes Manag* 2013; 3: 145-160.
- Balducci S, Zanuso S, Nicolucci A, *et al.* Anti-inflammatory effect of exercise training in subjects with type 2 diabetes and the metabolic syndrome is dependent on exercise modalities and independent of weight loss. *Nutr Metab Cardiovas* 2010; 20: 608-617.
- Paluch AE, Church TS, Blais SN. Effect of an Intensive Exercise Intervention Strategy on Modifiable Cardiovascular Risk Factors in Subjects with Type 2 Diabetes Mellitus. *Curr Cardiovasc Risk Rep* 2011; 5: 481-483.
- Cugnet-Anceau C, Nazare JA, Bjorklund M, *et al.* A controlled study of consumption of β -glucan-enriched soups for 2 months by type 2 diabetic free-living subjects. *Br J Nutr* 2010; 103: 422-428.
- Somanah J, Aruoma OI, Gunness TK, *et al.* Effects of a short term supplementation of a fermented papaya preparation on biomarkers of diabetes mellitus in a randomized Mauritian population. *Prev Med* 2012; 54: s90-s97.
- Kabir M, Oppert JM, Vidal H, *et al.* Four-Week Low-Glycemic index Breakfast With a Modest Amount of Soluble Fibers in Type 2 Diabetic Men. *Metabolism* 2002; 51: 819-826.
- Jenkins AL, Jenkins DJA, Zdravkovic U, *et al.* Depression of the Glycemic Index by High Levels of β -glucan Fibers in two Functional Foods tested in Type 2 Diabetes. *Eur J Clin Nutr* 2002; 56: 622-628.
- Liatis S, Tzagopoulos P, Chala E, *et al.* The consumption of bread enriched with β -glucan reduces LDL-cholesterol and improves insulin resistance in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Metab* 2009; 35: 115-120.
- Burton RA, Collins HM, Kibble NAJ, *et al.* Over-expression of specific *HvCslF* cellulose synthase-like genes in transgenic barley increases the levels of cell wall (1,3;1,4)- β -D-glucans and alters their fine structure. *Plant Biotechnol J* 2011; 9: 117-135.
- Reyna NY, Cano C, Bermúdez VJ, *et al.* Sweeteners and Beta-Glucans Improve Metabolic and Anthropometrics Variables in Well Controlled Type 2 Diabetic Patients. *Am J Ther* 2003; 10: 438-443.
- Chen J, Raymond K. Beta-glucans in the treatment of diabetes and associated cardiovascular risks. *Vasc Health Risk Manag* 2008; 4: 1265-1272.
- Keenan JM, Goulson M, Shamiyan T, *et al.* The effects of concentrated barley β -glucan on blood lipids in a population of hypercholesterolaemic men and women. *Br J Nutr* 2007; 97: 1162-1168.
- Shimizu C, Kihara M, Aoe S, *et al.* Effect of High β -Glucan Barley on Serum Cholesterol Concentrations and Visceral Fat Area in Japanese Men—A Randomized, Double-blinded, Placebo-controlled Trial. *Plant Foods Hum Nutr* 2007; 63: 21-25.
- Kim H, Stote KS, Behall KM, *et al.* Glucose and insulin responses to whole grain breakfasts varying in soluble fiber, β -glucan: A dose response study in obese women with increased risk for insulin resistance. *Eur J Nutr* 2009; 48: 170-175.
- Pereira UP, Oliveira DGS, Mesquita LR, *et al.* Efficacy of *Staphylococcus aureus* vaccines for bovine mastitis: A systematic review. *Vet Microbiol* 2011; 24: 117-124.
- Silva VO, Foureaux RC, Araujo TS, *et al.* Effect of Probiotic Administration on the Immune Response: A Systematic Review of Experimental Models in Rats. *Braz Arch Biol Technol* 2012; 55: 685-694.
- Jadad AR, Moore RA, Carroll D, *et al.* Assessing the Quality of Reports of Randomized Clinical Trials: Is Blinding Necessary? *Control Clin Trials* 1996; 17: 1-12.
- Rami B, Zidek T, Schober E. Influence of a β -Glucan-Enriched Bedtime Snack on Nocturnal Blood Glucose Levels in Diabetic Children. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2001; 32: 34-36.
- Braaten JT, Scott FW, Wood PJ, *et al.* High β -Glucan Oat Bran and Oat Gum Reduce Postprandial Blood Glucose and Insulin in Subjects With and Without Type 2 Diabetes. *Diabetic Med* 1994; 11: 312-318.
- Qureshi AA, Sami SA, Khan FA. Effects of stabilized rice bran, its soluble and fiber fractions on blood glucose levels and serum lipid parameters in humans with diabetes mellitus Types I and II. *J Nutr Biochem* 2002; 3: 175-187.
- Jiménez-Cruz A, Turnbull WH, Bacardi-Gascon M, *et al.* A high-fiber, moderate-glycemic-index, Mexican style diet improves dyslipidemia in individuals with type 2 diabetes. *Nutr Res* 2004; 24: 19-27.
- European Food Safety Authority 2011 Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies. *European Food Safety Authority Journal* 2011; 9(6):227.
- Tappy L, Gügölz E, Würsch P. Effects of Breakfast Cereals Containing Various Amounts of β -Glucan Fibers on Plasma Glucose and Insulin Responses in NIDDM Subjects. *Diabetes Care* 1996; 19: 831-834.
- Tapola N, Karvonen H, Niskanen L, *et al.* Glycemic responses of oat bran products in type 2 diabetic patients. *Nutr Metab Cardiovas* 2005; 15: 255-261.
- Pick ME, Hawrysh ZJ, Gee MI, *et al.* Oat bran concentrate bread products improve long-term control of diabetes: a pilot study. *J Am Diet Assoc* 1996; 96: 1254-1261.
- El Khoury D, Cuda C, Luhovyy BL, *et al.* Beta glucan: Health benefits in obesity and metabolic syndrome. *J Nutr Metab* 2012; 2012: 1-28.

31. Song Y, Sawamura M, Ikeda K, *et al.* Soluble dietary fibre improves insulin sensitivity by increasing muscle GLUT-4 content in stroke-prone spontaneously hypertensive rats. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 2000; 27: 41-45.
32. Giacco R, Parillo M, Rivellese AA, *et al.* Long-Term Dietary Treatment With Increased Amounts of Fiber-Rich Low-Glycemic Index Natural Foods Improves Blood Glucose Control and Reduces the Number of Hypoglycemic Events in Type 1 Diabetic Patients. *Diabetes Care* 2000; 23: 1461-1466.
33. Beck EJ, Tapsell LC, Batterham MJ, *et al.* Increases in peptide Y-Y levels following oat β -glucan ingestion are dose-dependent in overweight adults. *Nutr Res* 2009; 29: 705-709.
34. Behaal KM, Scholfield DJ, Hallfrisch JG. Barley β -glucan reduces plasma glucose and insulin responses compared with resistant starch in men. *Nutr Res* 2006; 26: 644-650.
35. Mihailović M, Arambašić J, Uskoković A, *et al.* β -Glucan administration to diabetic rats alleviates oxidative stress by lowering hyperglycaemia, decreasing non-enzymatic glycation and protein O-GlcNAcylation. *J Funct Foods* 2013; 5: 1226-1234.
36. Chang HC, Huang CN, Yeh DM, *et al.* Oat Prevents Obesity and Abdominal Fat Distribution, and Improves Liver Function in Humans. *Plant Food Hum Nutr* 2013; 68: 18-23.
37. Drozdowska LA, Reimerb RA, Temellic F, *et al.* β -Glucan extracts inhibit the in vitro intestinal uptake of long-chain fatty acids and cholesterol and down-regulate genes involved in lipogenesis and lipid transport in rats. *J Nutr Biochem* 2010; 21: 695-701.
38. Cloetens L, Ulmius M, Johansson-Persson A, *et al.* Role of dietary beta-glucans in the prevention of metabolic syndrome. *Nutr Rev* 2012; 70: 444-458.
39. Huang XF, Yu Y, Beck EJ, *et al.* Diet high in oat β -glucan activates the gut-hypothalamic (PYY3-36-NPY) axis and increases satiety in diet-induced obesity in mice. *Mol Nutr Food Res* 2011; 55: 1118-1121.
40. Daou C, Zhang H. Oat Beta-Glucan: Its Role in Health Promotion and Prevention of Diseases. *Compr Rev Food Sci* 2012; 11: 355-365.
41. Queenan KM, Stewart ML, Smith KN, *et al.* Concentrated oat β -glucan, a fermentable fiber, lowers serum cholesterol in hypercholesterolemic adults in a randomized controlled trial. *Nutr J* 2007; 26: 1-6.
42. Wang Z, Guo Y, Yuan J, *et al.* Effect of Dietary β -1,3/1,6-glucan Supplementation on Growth Performance, Immune Response and Plasma Prostaglandin E2, Growth Hormone and Ghrelin in Weanling Piglets. *Asian-Aust J Anim Sci* 2008; 21: 707-714.
43. Mantovani MS, Bellini MF, Angeli JPF, *et al.* β -Glucans in promoting health: Prevention against mutation and cancer. *Mutat Res* 2008; 658: 154-161.
44. Vetvicka V, Vetvickova J. Physiological effects of different types of β -Glucan. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub* 2007; 151: 225-231.
45. Volman JJ, Ramakers JD, Plat J. Dietary modulation of immune function by β -glucans. *Physiol Behav* 2008; 94: 276-284.



Original/*Obesidad*

Factores condicionantes del estado ponderal

Ismael San Mauro¹, Ana Megias¹, Patricia Bodega¹, Belén García de Angulo¹, Paula Rodríguez¹, Graciela Grande¹, Víctor Micó¹, Elena Romero¹, Diana Fajardo¹ y Nuria García¹.

¹Research Centers in Nutrition and Health (CINUSA Group). España.

Resumen

Introducción: Estudios epidemiológicos muestran que durante las últimas dos décadas la obesidad infantil ha aumentado convirtiéndose en una de las principales preocupaciones de salud pública. Los hábitos dietéticos, la falta de actividad física y, el grado de obesidad empeoran con el paso de los años convirtiendo a los niños con sobrepeso en adultos con sobrepeso.

Objetivo: Conocer la influencia de diversos factores modificables (hábitos alimentarios, práctica de actividad física, sedentarismo y horas de sueño), sobre el estado ponderal de un colectivo de niños en edad escolar.

Método: Se realizó un estudio observacional de corte transversal retrospectivo de 129 escolares de Madrid entre 6 y 12 años con recogida de datos antropométricos (peso, talla y circunferencia de cintura), dietéticos (Kidmed), de actividad física (IPAQ adaptado), sedentarismo y horas de sueño.

Resultados: El resultado más relevante fue el exceso ponderal de los niños (28,1%), aunque estos resultados no fueron significativos respecto a ninguno de los factores estudiados. Se estudió el factor de actividad física y el tiempo dedicado a actividades sedentarias en función del sexo, en ambos casos se vieron valores menores en niñas que en niños siendo estas diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

Conclusión: Al analizar los factores estudiados frente al estado ponderal, no se han encontrado diferencias significativas entre los grupos establecidos por lo que no ha sido posible definir la influencia de los mismos sobre el estado ponderal. Planteamos la posible influencia de los factores genéticos y ambientales sobre la muestra, más allá de los hábitos establecidos.

(Nutr Hosp. 2015;31:178-184)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7785

Palabras clave: *Obesidad infantil. Niños. Hábitos saludables. Dieta. Actividad física. Sueño. Sedentarismo.*

CONDITIONING FACTORS OF WEIGHT CONDITION

Abstract

Introduction: Epidemiological studies show that during the last two decades childhood obesity has increased dramatically to become, one of the major public health concerns. Dietary habits, lack of physical activity and the degree of obesity rates and worsen over the years making overweight children overweight adults.

Aim: determine the influence of various modifiable factors (dietary habits, physical activity, inactivity and sleep) on the weight status of a group of school children.

Method: An observational retrospective cross section of 129 students of Madrid between 6 and 12 years with anthropometric data (weight, height and waist circumference), dietary (Kidmed), physical activity was performed (IPAQ adapted), inactivity and sleep.

Results: The most significant result was the excess weight of the children (28.1%), although these results are not statistically significant on any of the factors studied. Physical activity factor and time spent in sedentary activities by gender, in both cases lower values in girls than in boys with statistically significant differences ($p < 0.05$) were observed.

Conclusion: With the analyze of data, the factors studied versus weight status, no significant differences were found between the groups established by what has not been possible to define the influence thereof on weight status. We suggest the possible influence of genetic and environmental factors on the sample, beyond the established habits.

(Nutr Hosp. 2015;31:178-184)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7785

Keywords: *Children obesity. Children. Healthy lifestyle. diet. Physical activity. Sleep. Sedentary.*

Correspondencia: Ismael San Mauro Martín.
Research Centres in Nutrition and Health.
c/Artistas 39, 2º-5. 28020, Madrid (Spain).
E-mail: research@grupocinusa.com.

Recibido: 13-VII-2014.
Aceptado: 16-VIII-2014.

Abreviaturas

AESAN: Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición.

DM: Dieta Mediterránea.

DS: desviación estándar

ENSE: Encuesta Nacional de Salud Española.

IMC: Índice de Masa Corporal.

KidMed: Índice de Calidad de la dieta Mediterránea.

Kg: kilogramo.

M: metro.

PERSEO: Programa piloto escolar de referencia para la salud y el ejercicio, contra la obesidad.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

THAO: Think Action Obesity.

Introducción

Los estudios epidemiológicos muestran que durante las últimas dos décadas la prevalencia de obesidad infantil ha ido aumentando de forma alarmante hasta convertirse, en la actualidad, en una de las preocupaciones principales de salud pública¹⁻³. En la infancia y adolescencia, el exceso de peso puede ocasionar la aparición prematura de enfermedades cardiovasculares en la edad adulta^{4,5}, además de convertir a los niños con sobrepeso en adultos con sobrepeso^{6,7}.

Con respecto a los factores condicionantes de obesidad en niños, es indudable que el exceso de peso se produce cuando el ingreso de calorías supera al gasto, y que el sedentarismo junto con un exceso en la ingesta energética condicionan el problema, pero existen otros factores que inducen el sedentarismo y la ingesta energética que deben ser conocidos y controlados⁸. Entre los hábitos dietéticos predisponentes en los escolares podemos destacar: un aumento de la ingesta de grasa (>38%), el alto consumo de refrescos, bollería, embutidos y el bajo consumo de frutas y verduras⁹. En España, en asociación con los cambios culturales y de estilo de vida, ha habido una reducción en la ingesta de antioxidantes y vitaminas, un aumento en la proporción de grasas saturadas y una disminución en el consumo de fibra, entre otros cambios. Se ha visto que los niños y adolescentes pueden ser los grupos de edad con el patrón de dieta mediterránea más deteriorado¹⁰.

Por otro lado, se ha producido un descenso general de la forma física entre los niños en edad escolar. Los hábitos sedentarios a esta edad se asocian con un aumento de riesgo de sufrir obesidad y enfermedad cardiovascular¹¹.

El sueño, junto con la actividad física y la dieta, son elementos importantes que mantienen la salud de los individuos, habiéndose encontrado patrones de sueño anómalos que son favorecedores de la obesidad¹².

Debido a que las actuales investigaciones con respecto al conjunto de factores sobre el estado ponderal son escasas, el objetivo de nuestro estudio fue conocer

el grado de influencia de los diversos factores modificables (hábitos alimentarios, práctica de actividad física, sedentarismo y horas de sueño) sobre el estado ponderal de un colectivo de niños en edad escolar de la Comunidad de Madrid.

Metodología

Población de estudio

Se ha estudiado una muestra de 129 escolares, de ambos sexos (51,9% niños y 48,1% niñas), con edades comprendidas entre los 6 y 12 años, de un centro educativo de la Comunidad de Madrid en 2013. Todos ellos firmaron un consentimiento informado de participación en el proyecto. Fueron excluidos aquellos niños que no cumplimentaron todos los cuestionarios o que no se encontraron presentes el día de la encuesta.

A los niños participantes en el estudio se les realizó un estudio antropométrico, de actividad física y hábitos dietéticos mediante cuestionarios validados, IPAQ¹³ adaptado y KIDMED¹⁴, y acerca de la calidad del sueño¹⁵.

Estudio Antropométrico: Las medidas antropométricas que se realizaron fueron: peso, talla y circunferencia de cintura, tomadas a primera hora de la mañana. El peso se realizó con una bioimpedancia digital modelo BP-601 de TANITA, de rango 0,1 kg-150 kg. Se llevó a cabo en 2 zonas separadas, una para cada género. La talla se realizó con el niño de pie, sin zapatos según el protocolo de la OMS¹⁶ con un tallímetro móvil SECA con precisión de 1 mm; la circunferencia de cintura se realizó en el punto medio entre la costilla inferior y la cresta iliaca, con cintas métricas de material inextensible (rango 0-150 cm). El IMC se calculó a partir de las medidas de peso y talla según la fórmula del índice de Quetelet¹⁷. Para establecer los valores de sobrepeso y obesidad, se contrastaron los valores de IMC con las curvas y tablas de crecimiento del Instituto de Investigación sobre Crecimiento y Desarrollo de la Fundación Orbegozo¹⁸ de 1988. En estas tablas, el criterio empleado para establecer sobrepeso es tener un IMC superior al percentil 85 de la población de igual edad y sexo, e inferior al percentil 97, mientras que la obesidad se establece al superarse el percentil 97. Se ha adoptado el término de exceso de ponderal para agrupar a los niños incluidos en ambos grupos (sobrepeso+obesidad).

Estudio de la actividad física: Se ha valorado la actividad física habitual mediante el cuestionario IPAQ modificado recogiendo la realización de ejercicio físico intenso, moderado y ligero, de los estudiantes, tanto en su actividad principal como en su tiempo libre en los últimos siete días. Se estableció un mínimo de 60 minutos de ejercicio al día, como así reflejan los niveles recomendados de la OMS de actividad física para la salud de 5 a 17 años¹⁹. Para valorar el grado de

cumplimiento de las recomendaciones de la AESAN²⁰ sobre horas de actividad sedentaria, se sumaron las horas de ordenador y televisión considerando como sedentarios aquellos niños que empleaban al menos dos horas diarias en estas actividades.

Estudio de la calidad del sueño: La calidad del sueño se ha valorado recogiendo las horas de sueño entre semana, con siesta incluida, así como las horas de sueño del fin de semana. El resultado de la media de las horas totales semanales se ha comparado con las recomendaciones expuestas en la Guía de actuación clínica ante los trastornos del sueño²¹, estableciendo que los niños en edad en escolar deben dormir 10 horas al día.

Estudio dietético: Se ha utilizado el Test de Calidad de la Dieta Mediterránea en la Infancia y la Adolescencia (Índice KIDMED) con el que se valora la calidad y la adherencia a la dieta mediterránea en población infantil y juvenil. La puntuación que se puede alcanzar tras contestar las preguntas del test va de 0 a 12 y permite hacer una clasificación de la calidad de la dieta en tres grupos: ≤ 3 , dieta de muy baja calidad; 4-7, necesidad de mejorar el patrón alimentario para ajustarlo al modelo mediterráneo; y ≥ 8 , dieta mediterránea óptima. Para nuestra medida estadística, se agruparon los dos primeros resultados (0-7) como “no cumple la adherencia o valor no óptimo” y ≥ 8 valor como “óptimo o si cumple”.

Análisis estadístico: Para el análisis estadístico de los datos se realizaron análisis descriptivos, presentando los resultados en medias, desviación estándar y porcentajes. Se utilizaron pruebas estadísticas paramétricas como el test de la t de student para analizar las

diferencias entre las medias de dos grupos de variables cuantitativas y prueba Chi-cuadrado para variables cualitativas no paramétricas. Se consideraron diferencias significativas con $p < 0,05$. El análisis de los datos recolectados se procesó mediante el sistema SPSS® (versión 20).

Resultados

La muestra estuvo constituida por 129 escolares, de los cuales 67 eran niños (51,9%) y 62 niñas (48,1%), con una edad media de $9,38 \pm 1,91$ años, sin encontrarse diferencias significativas entre ambos grupos. El peso, la talla y la circunferencia de la cintura promedio fueron de $37 \pm 10,6$ Kg, $1,40 \pm 0,13$ m y $62,7 \pm 8,6$ cm, respectivamente. Así mismo, el IMC presentó un valor medio de $18,6 \pm 3,2$ Kg/m², no existiendo diferencias significativas en los valores de IMC entre ambos sexos (Tabla I). En la población estudiada se encontró 17 niños (14%) y 17 niñas (14%) con exceso de peso. Lo que representa que el 28,1% de los escolares estudiados tiene exceso ponderal.

La puntuación media obtenida en el índice KIDMED fue de $7,18 \pm 2,80$ para el conjunto de la muestra ($7,10 \pm 2,91$ niños y $7,27 \pm 2,69$ niñas); el 51,3% de los niños obtuvo una puntuación óptima en relación a la dieta (≥ 8), mientras que el 48,7% (≤ 8) necesitaría mejorar el patrón dietético (Tabla I).

Al analizar la media de horas de ejercicio físico realizado al día por el colectivo ($1,2 \pm 0,9$) observamos que es superior a las pautas recomendadas (Tabla II). Sin embargo, al observar el grado de cumplimiento de

Tabla I
Datos personales, antropométricos y de estilo de vida

	Total (n=129)	Niños (n=67)	Niñas (n=62)
	Media±DS	Media±DS	Media±DS
Edad (años)	9,38±1,91	9,49±1,86	9,26±1,97
Peso (Kg)	37±10,6	37,1±10,4	36,9±10,8
Talla (m)	1,40±0,13	1,41±0,12	1,38±0,12
IMC (Kg/m ²)	18,6±3,2	18,2±2,813	8,9±3,582
Circunferencia Cintura (cm)	62,7±8,6	63±8	62±9
Índice Cintura/Talla	0,45±0,05	0,45±0,04	0,45±0,06
Cintura/Talla >0,5 (%)	17,2	8,2	9,0
Factor Actividad Física	1,37±0,10	1,39±0,11	1,35±0,09*
Ejercicio Físico (horas/día)	1,2±0,9	1,3±0,9	1,1±0,9
Sedentarismo (horas/día)	2,0±1,2	2,2±1,3	1,7±1,0*
Sueño (horas/día)	9,88±1,09	10,02±1,08	9,72±1,10
Puntuación KidMed	7,18±2,80	7,10±2,91	7,27±2,69

Datos descriptivos de la muestra referentes a género, edad, antropometría básica y estilo de vida. Expresados en media y su desviación estándar (DS). Kg: kilogramos; m: metros; cm: centímetros; n: número de muestra. *: $p < 0,05$ estadísticamente significativo (prueba de t-Student).

Tabla II
Factores que condicionan el estado ponderal

		Niños			Niñas		
		Total	Normopeso	Exceso	Total	Normopeso	Exceso
KidMed ≥ 8	Si	26,1%	19,3%	6,7%	25,2%	16,8%	8,4%
	No	25,2%	17,6%	7,6%	23,5%	18,5%	5,0%
Desayuno	Si	50,4%	36,4%	14%	48,8%	34,7	14%
	No	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%	0,8%	0,0%
Ejercicio Físico > 1 hora/día	Si	31,4%	24,0%	7,4%	23,1%	15,7%	7,4%
	No	19,0%	12,4%	6,6%	26,4%	19,8%	6,6%
Sedentarismo < 2 horas/día	Si	20,0%	14,2%	5,8%	30,8%	23,3%	7,5%
	No	30,8%	22,5%	8,3%	18,3%	12,5%	5,8%
Sueño ≥ 10 horas/día	Si	25,2%	17,4%	7,8%	24,3%	17,4%	7,0%
	No	25,2%	19,1%	6,1%	25,2%	19,1%	6,1%

Factores que condicionan el estado ponderal por género. Expresados en media y su desviación estándar (DS). Factor Act.F: Factor de actividad física; Normo: Normopeso; Exc. Pond: Exceso Ponderal; n: número de muestra. *: $p < 0,05$ estadísticamente significativo (prueba de t-Student).

las recomendaciones de actividad física del colectivo, se encuentra que el 54,5% de la muestra cumple con las pautas recomendadas, sin encontrarse diferencias significativas ($p=0,825$) en función del estado ponderal (Tabla III). Por otro lado, se han encontrado diferencias significativas en cuanto al factor de actividad física y tiempo de ocio sedentario en función del sexo. Se observa que el factor de actividad de los niños ($1,39 \pm 0,11$) es más alto que el de las niñas ($1,35 \pm 0,09$) y al mismo tiempo las horas dedicadas a ocio sedentario de los niños ($2,2 \pm 1,3$ h.) es superior al que dedican las niñas ($1,7 \pm 1,1$ h.) (Tabla I).

Tabla III
Grado del cumplimiento de las recomendaciones de dieta, ejercicio físico, sedentarismo y horas de sueño en relación al estado ponderal

		Total	Normopeso	Exceso Ponderal
		KidMed ≥ 8	Si	51,3%
	No	48,7%	36,1%	12,6%
Ejercicio Físico > 1 hora/día	Si	54,5%	39,7%	14,9%
	No	45,5%	32,2%	13,2%
Sedentarismo < 2 horas/día	Si	50,8%	37,5%	13,3%
	No	49,2%	35,0%	14,2%
Sueño ≥ 10 horas/día	Si	49,6%	34,8%	14,8%
	No	0,4%	38,3%	12,2%

Grado del cumplimiento de las recomendaciones en relación al estado ponderal expresado en porcentajes sobre la muestra total. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos con la prueba Chi cuadrado.

En la población estudiada, un 49,6% duerme habitualmente lo recomendado, situándose la media de horas en $9,88 \pm 1,09$ (Tabla I). No se han encontrado diferencias significativas en relación al cumplimiento de las horas de sueño y al estado ponderal ($p=0,492$).

La Tabla V muestra el porcentaje de niños que satisfacen todas, tres, dos, una, o ninguna de las recomendaciones en relación a la dieta (KIDMED ≥ 8), horas de actividad física (≥ 1 hora/día), horas de sedentarismo (< 2 horas/día) y horas de sueño (≥ 10 horas/día). El 5,4% de los niños no cumple con ninguna de las recomendaciones, el 25,9% cumple solo una recomendación, el 30,4% cumple con 2 recomendaciones, el mismo porcentaje 3 recomendaciones y el 8,0% de los niños cumple con todas las recomendaciones.

Discusión

El 28,1% de la muestra estudiada presenta exceso ponderal. Como se puede observar en la Tabla VI, estos datos se asemejan a otros estudios sobre sobrepeso y obesidad de niños españoles, que han utilizado también como criterio de clasificación ponderal las tablas de la Fundación Orbegozo 1988^{1, 20, 22, 23}.

Por otro lado, resulta difícil comparar este incremento de exceso ponderal con los descritos por otros autores españoles²⁴⁻²⁷, al haber sido realizados con criterios diagnósticos diferentes como el de International Obesity Task Force (IOTF) o el propuesto por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Para analizar la situación antropométrica respecto al valor de la circunferencia de la cintura se ha utilizado el índice cintura/talla, considerándose una cifra elevada de adiposidad central cuando dicha relación

Tabla IV
Grado del cumplimiento de las recomendaciones de dieta, ejercicio físico, sedentarismo y horas de sueño en relación al género y al estado ponderal

Factores	Total (n=121)		Niños (n=61)		Niñas (n=60)	
	Normo (n=87)	Exc. Pond (n=34)	Normo (n=44)	Exc. Pond (n=17)	Normo (n=43)	Exc. Pond (n=17)
	Media±DS	Media±DS	Media±DS	Media±DS	Media±DS	Media±DS
KidMed	7,10±2,86	7,64±2,58	6,95±3,07	7,65±2,40	7,26±2,64	7,62±2,85
Factor Act. F	1,37±0,10	1,37±0,12	1,40±0,12	1,35±0,09	1,34±0,06	1,40±0,15*
Ejercicio Físico (Horas/día)	1,15±0,8	1,32±1,2	1,30±0,8	1,20±1,1	1±0,7	1,4±1,2
Sedentarismo (Horas/día)	1,9±1,1	2,1±1,5	2,1±1,1	2,6±1,6	1,7±1,0	1,7±1,2
Sueño (Horas/día)	9,88±1,05	9,95±1,05	9,91±1,03	10,22±1,21	9,84±1,08	9,66±0,78

Grado del cumplimiento de las recomendaciones en relación al estado ponderal según el género expresado en porcentajes sobre la muestra total. Exceso: Exceso Ponderal. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos con la prueba Chi cuadrado.

Tabla V
Grado del conjunto del cumplimiento de las recomendaciones de dieta, ejercicio físico, sedentarismo y horas de sueño en relación al estado ponderal

	Total	Normopeso	Exceso Ponderal
No cumple ninguna	5,4%	4,5%	0,9%
Cumple 1 de 4	25,9%	17,9%	8,0%
Cumple 2 de 4	30,4%	24,1%	6,2%
Cumple 3 de 4	30,4%	22,3%	8,0%
Cumple todas	8,0%	5,4%	2,7%

Grado del cumplimiento de las recomendaciones en relación al estado ponderal. Expresado en porcentajes sobre la muestra total. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos con la prueba Chi cuadrado.

Tabla VI
Prevalencia de exceso ponderal según diversos estudios

Estudio	Grupo de edad (años)	Exceso Ponderal
Serra (EnKid, 1998-2000)	6 a 9	30,4%
Estévez (THAO, 2010)	6 a 9	21,0%
Muestra del presente estudio (2013)	6 a 9	31,1%
AESAN (PERSEO, 2006)	6 a 10	34,8%
AESAN (Aladino, 2010-2011)	6 a 10	30,8%
Muestra del presente estudio (2013)	6 a 10	30,8%
Estévez (THAO, 2010)	10 a 12	22,7%
Serra (EnKid, 1998-2000)	10 a 13	31,2%
Muestra del presente estudio (2013)	10 a 12	25,0%
Muestra del presente estudio (2013)	6 a 12	28,1%

es mayor o igual a 0.5²². En el colectivo estudiado, la relación cintura/talla fue de 0,45±0,05, con 9% de las niñas y 8,2% de los niños con una relación cintura/talla de 0,5 o más. Estos resultados son similares con los obtenidos en el estudio Aladino (AESAN, 2011). Algunos trabajos sugieren que el exceso de grasa abdominal en niños es un buen predictor de complicaciones metabólicas y de riesgo cardiovascular^{28, 29}.

Comparando los resultados con estudios similares, se observa que la puntuación del índice KIDMED obtenida se aproxima a la de Pérez Gallardo et al.³⁰ (2011) (7,6±1,2) así como las proporciones (46,1% los que necesitaban mejorar y 53,9% los que daban una puntuación ≥8). Los datos también son similares al estudio realizado en Colegios públicos de Granada¹⁰ donde la clasificación de índice KIDMED fue óptima en el 48,6% de la población y media o baja en el 51,1%. Cuando se analiza la dieta en función del estado ponderal, se encuentra que de los niños que obtienen una puntuación óptima en el índice KIDMED (51,3%), el 36,1% de ellos presentan normopeso y el 15,1% exceso de peso. Sin embargo, al analizar el 48,7% de los niños que no cumplen con el índice KIDMED, se observa igualmente que el 36,1% presenta normopeso (Tabla III), por lo que no se podría establecer una relación clara entre dieta y peso utilizando el test KIDMED (p=0,657). Estos datos se contraponen a los expuestos por un reciente estudio en niños valencianos donde se observó que existía una relación directa entre la baja adherencia a la DM y mayor prevalencia de sobrepeso y obesidad³¹.

Se han encontrado diferencias significativas en cuanto al factor de actividad física y tiempo de ocio sedentario en función del género. Se observa que el factor de actividad de los niños (1,39±0,11) es más alto que el de las niñas (1,35±0,09) y al mismo tiempo las horas dedicadas a ocio sedentario de los niños (2,2±1,3 h.) es superior al que dedican las niñas (1,7±1,1 h.) (Tabla I). Estos valores indican que los niños pueden

ser activos y sedentarios al mismo tiempo como ya han indicado otros estudios³².

Un meta-análisis de 17 estudios³³ mostró una clara asociación entre la duración del sueño corto y un mayor riesgo de obesidad infantil, indicando que el sueño puede ser un factor importante a considerar en la prevención de la obesidad infantil. A pesar de ello, en la muestra estudiada no se encontró relación entre las horas de sueño y el estado ponderal (Tabla II).

Las diferencias encontradas al analizar la influencia de hábitos en función del estado ponderal no son estadísticamente significativas, por lo que no es posible determinar si el cumplimiento de las recomendaciones actuales es la causa o el resultado del exceso ponderal en la población estudiada. Estos resultados son contrarios a los observados en otros estudios³⁴ donde sí se establece una clara influencia de los hábitos de dieta, actividad física, sedentarismo y sueño sobre el estado ponderal. Así como Laurson et al.³⁵ (2014), que encontraron que aquellos niños que no cumplían una, dos, o tres de las recomendaciones de sueño, actividad física y sedentarismo eran 2,5, 4,5 y 8,0 veces más propensos a ser obesos, respectivamente y sólo 1 de los 62 (1,6%) niños que satisfacían las tres recomendaciones era obeso.

Aparte de la dieta y de la actividad física, los factores genéticos y ambientales también forman parte en la etiología de la obesidad³⁶.

Recientemente, hemos comenzado a comprender el papel de la influencia epigenética en la modulación fenotípica y la capacidad de modificación de nuestros genes de responder a las influencias ambientales. La obesidad parece ser el resultado final de numerosas influencias genéticas, epigenéticas y ambientales³⁷. Algunos genes se han descrito con un papel importante en la literatura en la relación e influencia al peso y la grasa corporal, como es el gen FTO³⁸. También se han reportado datos sobre la influencia de los genes sobre la obesidad en niños, confirmándose que los sujetos portadores de 9 o más alelos de efecto tenían un 127% más de riesgo de sobrepeso y obesidad (2,270, IC OR=95%: 1,403 a 3,671, P=0,001) en comparación con los sujetos que tenían 6 o menos³⁹. Estos resultados proporcionan evidencias que relacionan la influencia de los factores genéticos con la obesidad.

Los niños estudiados obtuvieron unos parámetros antropométricos dentro de la normalidad, mientras que el 79,1% de los escolares presentaron normopeso, el 28,1% exceso ponderal.

Al analizar los datos relacionados con la dieta se observó que la puntuación obtenida en el índice KIDMED fue óptima para el 51,3% de los niños.

Por otro lado, al estudiar el factor de actividad física (1,37±0,10) y el tiempo dedicado a actividades sedentarias (1,2±0,9 horas/día) en función del sexo, se encontraron diferencias significativas, siendo ambos valores menores en niñas que en niños.

Así mismo, el tiempo dedicado a ocio sedentario fue de 2,0±1,2 horas/día. En relación con las horas de

sueño de la población estudiada, un 49,6% duerme habitualmente lo recomendado, situándose la media de horas en 9,88±1,09.

Conclusión

Al analizar los factores estudiados frente al estado ponderal, no se han encontrado diferencias significativas entre los grupos establecidos por lo que no se puede definir la influencia de los mismos sobre el estado ponderal. Planteamos la posible influencia de los factores genéticos y ambientales sobre la muestra, mas allá de los hábitos establecidos. Conocer los hábitos de alimentación, de actividad física y de sueño de los niños es importante para plantear propuestas orientadas a prevenir la obesidad infantil y juvenil aunque no hay que olvidar otros factores influyentes como los genéticos y los ambientales.

Referencias

1. Serra Majem L, Ribas L, Aranceta J, Pérez C, Saavedra P, Pena L. Obesidad en la infancia y la adolescencia en España. Resultados del estudio enKid (1998-2000). *Med Clin (Barc)*. 2003; 121: 725-32.
2. Carrascosa A. Obesidad durante la infancia y adolescencia. Una pandemia que demanda nuestra atención. *Med Clin (Barc)*. 2006; 18: 693-4.
3. Pérez-Farinos N, López-Sobaler AM, Dal Re MA, Villar C, Labrado E, Robledo T, et al. The ALADINO Study: A National Study of Prevalence of Overweight and Obesity in Spanish Children in 2011. *Bio Med Research International* [Internet]. 2013 [consulta el 4 de abril de 2014]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3780583/>
4. Chen JL, Wu Y. Cardiovascular risk factors in Chinese American children: associations between overweight, acculturation, and physical activity. *J Pediatr Health Care*. 2008; 22: 103-10.
5. Park MH, Falconer C, Viner RM, Kinra S. The impact of childhood obesity on morbidity and mortality in adulthood: a systematic review. *Obes Rev*. 2012; 13: 985-1000.
6. Harris KM, Gordon-Larsen P, Chantala K, Udry JR. Longitudinal trends in race/ethnic disparities in leading health indicators from adolescence to young adulthood. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2006; 160(1): 74-81.
7. Biro FM, Wien M. Childhood obesity and adult morbidities. *Am J Clin Nutr*. 2010; 91(5): 1499-505.
8. Kowaleski-Jones L, Wen M. Community and child energy balance: differential associations between neighborhood environment and overweight risk by gender. *Int J Environ Health Res*. 2013; 23(5): 434-45.
9. Villagrán S, Rodríguez-Martín A, Novalbos J.P., Martínez J.M., Lechuga J. L. Hábitos y estilos de vida modificables en niños con sobrepeso y obesidad. *Nutr. Hosp*. 2010; 25(5): 823-31.
10. Mariscal-Arcas M, Rivas A, Velasco J, et al. Evaluation of the Mediterranean Diet Quality Index (KIDMED) in children and adolescents in Southern Spain. *Public Health Nutr*. 2009; 12: 1408-12.
11. Feigelman S. Crecimiento, desarrollo y conducta. En: Kiegan RM, Behrman RE, Jenson HB, Stanton BF, editores. *Nelson Tratado de Pediatría*. 18ª ed. Amsterdam: Elsevier; 2009. p. 33-74.
12. Monerero M, S. El exceso de peso en el mundo: causas y consecuencias. En: Monerero S, Iglesias P, Guijarro G, (eds). *Nuevos Retos en la Prevalencia de la Obesidad: Tratamientos y calidad de vida*. 1ª ed. Bilbao: Fundación BBVA; 2012. p. 49-51.

13. Booth, M.L. Assessment of Physical Activity: An International Perspective. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 2000; 71(2): 114-20.
14. Serra Majem L, Ribas Barba L, Ngo de la Cruz J, Ortega Anta RM, Pérez Rodrigo C, Aranceta Bartrina J. Alimentación, jóvenes y dieta mediterránea en España. Desarrollo del KIDMED, índice de calidad de la dieta mediterránea en la infancia y la adolescencia. En: Serra Majem L, Aranceta Bartrina J, (eds). Alimentación infantil y juvenil Estudio enKid. 1ª edición. Barcelona: Masson; 2002. p. 51-9.
15. Encuesta Nacional de Salud Española 2006. Disponible en <http://www.msps.es/>
16. WHO. Waist circumference and waist-hip ratio: World Health Organization; 2008. Disponible en: http://www.who.int/nutrition/publications/obesity/WHO_report_waistcircumference_and_waisthip_ratio/en/
17. Durmin JVGA, Fidanza F. Evaluation of nutritional status. *Bibl Nutr Dieta* 1985; 35: 20-30.
18. Hernández M, Castellet J, Narvaiza JL, Rincón JM, Ruiz I, Sánchez E, et al. Curvas y tablas de crecimiento. Instituto de Investigación sobre Crecimiento y Desarrollo, Fundación Faustino Orbegozo. Madrid: Editorial Garsi; 1988.
19. OMS. Recomendaciones mundiales sobre la actividad física para la salud: World Health Organization; 2011. Disponible en: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/physical-activity-recommendations-5-17years.pdf?ua=1>
20. AESAN. Programa piloto escolar de referencia para la salud y el ejercicio contra la obesidad (PERSEO, 2006). Consultado el 2 de marzo de 2014. Disponible en: http://www.perseo.aesan.msc.es/docs/docs/programa_perseo/material_divulgativo/Actividad_fisica_FINAL.pdf
21. Grupo de trabajo de la Guía de Práctica Clínica sobre Trastornos del Sueño en la Infancia y Adolescencia en Atención Primaria (GPC). Guía de Práctica Clínica sobre Trastornos del Sueño en la Infancia y Adolescencia en Atención Primaria. Plan de Calidad para el Sistema Nacional de Salud del Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad. Unidad de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de la Agencia Laín Entralgo; 2011 UETS N° 2009/8.
22. AESAN. Estudio de Prevalencia de Obesidad Infantil ALADINO. Consultado el 2 de marzo de 2014. Disponible en: <http://www.naos.aesan.mssi.gob.es/naos/ficheros/.../ALADINO.pdf>
23. Fundación THAO. Programa de prevención de la obesidad infantil en los municipios. THAO Salud Infantil 2011. Consultado el 6 de mayo de 2014. Disponible en: <http://thaoweb.com/es/schedule/conferencia-de-prensa-nacional-thao>.
24. Sánchez Echenique M. Aspectos epidemiológicos de la obesidad infantil. *Rev Pediatr Aten Primaria* [Internet]. 2012. [Citado el 7 de mayo de 2014]. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1139-76322012000200001&lng=pt&nrm=iso
25. Gulias-González R, Martínez-Vizcaino V, García-Prieto JC, Díez-Fernández A, Olivás-Bravo A, Sánchez-López M. Excess of weight, but not underweight, is associated with poor physical fitness in children and adolescents from Castilla-La Mancha, Spain. *Eur J Pediatr*. 2014; 173(6): 727-35.
26. Posso M, Brugulat-Guiteras P, Puig T, Mompert-Penina A, Medina-Bustos A, Alcaniz M, et al. Prevalence and determinants of obesity in children and young people in Catalonia, Spain, 2006-2012. *Med Clin (Barc)* [Internet]. 2014 [consulta el 7 de mayo de 2014]. Disponible en: [http://www.elsevier.es/eop/S0025-7753\(14\)00121-3.pdf](http://www.elsevier.es/eop/S0025-7753(14)00121-3.pdf)
27. Martín A, Cervero M, González Rodríguez A, Molinero A, Magro MC, Partearroyo T. Equity and nutritional inequality in two school centers in Madrid (Spain). *Nutr Hosp*. 2014; 29(1): 128-35.
28. Burgos MS, Burgos LT, Camargo MD, Franke SI, Pra D, Silva AM, et al. Relationship between anthropometric measures and cardiovascular risk factors in children and adolescents. *Arq Bras Cardiol*. 2013; 101(4): 288-96.
29. Dias Pitangueira JC, Rodrigues Silva L, Portela de Santana ML, Monteiro da Silva MC, de Farias Costa PR, D'Almeida V et al. Metabolic syndrome and associated factors in children and adolescents of a Brazilian municipality. *Nutr Hosp*. 2014; 29(4): 865-72.
30. Pérez Gallardo L, Bayona I, Mingo T, Rubiales C. Utilidad de los programas de educación nutricional para prevenir la obesidad infantil a través de un estudio piloto en Soria. *Nutr Hosp*. 2011; 26(5): 1161-7.
31. Navarro-Solera M, González-Carrascosa R, Soriano JM. *Rev Esp Nutr Hum Diet*. 2014; 18(2): 81-8
32. Cristi-Montero C, Rodríguez FR. The paradox of being physically active but sedentary or sedentary but physically active. *Rev Med Chil*. 2014; 142(1): 72-8.
33. Chen X, Beydoun MA, Wang Y. Is sleep duration associated with childhood obesity? A systematic review and meta-analysis. *Obesity (Silver Spring)*. 2008; 16(2): 265-74.
34. Martínez-Gómez D, Moreno LA, Romeo J, Rey-López P, Castillo R, Cabero MJ, et al. Combined influence of lifestyle risk factors on body fat in Spanish adolescents-The Avena study. *Obes Facts*. 2011; 4(2): 105-11.
35. Laurson KR, Lee JA, Eisenmann JC. The Cumulative Impact of Physical Activity, Sleep Duration, and Television Time on Adolescent Obesity: 2011 Youth Risk Behavior Survey. *J Phys Act Health*. 2014.
36. Raman, RP. Obesity and health risks. *J. Am. Coll. Nutr*. 2002; 21(2): 134-39.
37. Raman RP. Genetics, epigenetics, and the metagenomics in obesity. *Int J Nutr*. 2011; 4(2): 4-7.
38. Zdrojowy-Welna A, Tupikowska M, Kolackov K, Bednarek-Tupikowska G. The role of fat mass and obesity-associated gene (FTO) in obesity - an overview. *Endokrynol Pol*. 2014; 65(3): 224-31.
39. Meng XR, Song JY, Ma J, Liu FH, Shang XR, Guo XJ, et al. Association study of childhood obesity with eight genetic variants recently identified by GWAS. *Pediatr Res*. 2014.



Original/*Obesidad*

Prevalence of obesity among primary students between 2009 to 2014 in China: a meta-analysis

Yanhong Qi¹, Yang Yu², Kaisheng Li², Zhihong Chen³, Yuanchang Liu³ and Hongmei Zhang³

¹Department of pediatrics, Lixia district Hospital, Jinan, Shandong province, 250014 People's Republic of China. ²Department of pediatric surgery, jinan children's Hospital, Jinan, Shandong province, 250022 People's Republic of China. ³Department of pediatrics, jinan children's Hospital, Jinan, Shandong province, 250022 People's Republic of China.

Yanhong Qi and Yang Yu contributed equally to this work

Abstract

Background: In recent years, obesity has become the major public health problems worldwide. The detection rate of obesity is alarmingly rising among children and adolescents in China, whose population of 120 million are in range of obesity. It was estimated that 8% of her children are obese.

Methods: Publications between 2009 and 2014 on the obesity prevalence among primary school students in China were retrieved from PubMed, online Chinese periodical full-text databases of VIP, CNKI and Wanfang. Meta Analyst software was used to sum up and analyze the detection rates included in the previously retrieved literatures.

Results: After evaluation of the quality of the articles, 18 papers were finally included in our study, and the total sample sizes on the obesity investigation were 247547, in which 26466 were obesity. Meta-analysis findings showed that the pooled prevalence of obesity in primary school students is 10.0% (95% CI: 7.2%-13.5%).

Conclusion: Our results indicated that the obesity prevalence status in China was still troublesome, for the situation will go worse if we currently fail to take effective and practical measures.

(Nutr Hosp. 2015;31:185-190)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7967

Key words: Primary students. Obesity. Prevalence. Meta-analysis.

PREVALENCIA DE LA OBESIDAD EN ALUMNOS DE PRIMARIA ENTRE 2009 Y 2014 EN CHINA: META-ANÁLISIS

Resumen

Introducción: En los últimos años, la obesidad se ha convertido en el principal problema de salud pública a nivel mundial. La tasa de detección de obesidad infantil está creciendo alarmantemente entre los niños y los adolescentes en China, cuya población de 120 millones se sitúa en el rango de obesidad. Se calculó que el 8% de los niños son obesos.

Métodos: Se recopilaron publicaciones entre 2009 y 2014 sobre la prevalencia de obesidad entre los alumnos de primaria en China de PubMed, textos completos de bases de datos de periódicos chinos online de VIP, CNKI y Wanfang. Se empleó software de meta-análisis para resumir y analizar las tasas de detección incluidas en la bibliografía previamente obtenida.

Resultados: Después de la evaluación de la calidad de los artículos, finalmente incluimos 18 artículos en nuestro estudio, y los tamaños de la muestra total en la investigación sobre obesidad fueron 247547, donde 26466 presentaron obesidad. Los resultados de los meta-análisis mostraron que la prevalencia de la obesidad en los alumnos de primaria es del 10,0% (IC del 95%: 7,2% - 13,5%).

Conclusión: Nuestros resultados indican que la prevalencia de obesidad en China todavía supone un problema preocupante, dado que la situación será peor si no se toman medidas eficaces y prácticas.

(Nutr Hosp. 2015;31:185-190)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7967

Palabras clave: Alumnos de primaria. Obesidad. Prevalencia. Meta-análisis.

Correspondence: Yang Yu,
Department of pediatric surgery, jinan children's Hospital,
No.23976 Jingshi road, Jinan city, Shandong province,
250022 People's Republic of China.
E-mail: maolinhao1@126.com

Recibido: 16-VIII-2014.

Aceptado: 12-IX-2014.

Globally, there is rising prevalence of overweight and obesity in both developing and developed countries¹. The rate of obesity has tripled in developing countries over the past 20 years as they rapidly become more urbanized, with increased consumption of high calorie foods and adoption of a more sedentary lifestyle².

Some studies observed that obesity is associated with breast cancer³, asthma^{4,5}, diabetes mellitus^{6,7}, hypertension⁸, coronary artery disease⁹, and dental caries¹⁰⁻¹². Previous study showed that the prevalence of obesity in Chinese children and adolescents was considered to be still relatively low¹³. However, research recently found that rapid increasing of both obesity and overweight, in both urban and rural areas would arouse special attention^{14,15}.

However, there have been little studies documented in literature in this part of China assessing the prevalence of overall obesity. Thus, the purpose of this study was to assess the prevalence of obesity in recently.

Material and methods

Literature retrieval

Related publications on obesity released between 2009 and 2014 were retrieved online from PubMed, Chinese periodical full-text databases of VIP, Wanfang and CNKI in compliance with the key words “obesity, students, primary and China” in Chinese for Chinese database and in English for PubMed. Full-texts eligible were retrieved manually from the previous data.

Criteria

Entry criteria for the literature consisted of 1) papers on the obesity among college or university students in China published between January 2009 and June 2014; 2) articles aimed at discussion of the prevalence of obesity in China primary students. Exclusion criteria included 1) the indicators described in articles with less association or data being incomplete; 2) repeated articles.

Literature screening and Quality assessment in process

Each study was assessed by two investigators independently, and the disagreements were resolved by expert assessment. Blind method was used to ensure quality. The related literatures were retrieved on basis of the key words described previously, and initially selected through the title appraisal and scanning the abstracts. Full-text appreciation was carried out for the primary selections. Data extraction was performed in

papers verified eligibly. Evaluation of the article quality was made as meta-analysis of observational studies in epidemiology proposed Stroup DF, et al¹⁶.

Statistical analysis

Meta Analyst for Windows¹⁷ was used for performing meta-analysis. By heterogeneity test, the random-effect model was applied to merging sets of data and data analysis. The final data were subdivided into several groups for statistical analysis and chart description.

Results

Basic information and quality assessment of the articles

A total of 131 articles were retrieved from online Chinese periodical full-text databases of VIP, Wanfang database and CNKI well as PubMed. Quality assessment was made by Meta-analysis of observational studies in epidemiology¹⁶. Of the 18 articles, the total sample sizes on the obesity investigation were 247547. Figure 1 shows the process of literature screening, and the basic information on the final articles is showed in Table I.

Meta-analysis of the obesity detection rate among primary school students in China

Heterogeneity test was carried out on the obesity detection rate, with a result of $I^2=0.500$, suggesting that the

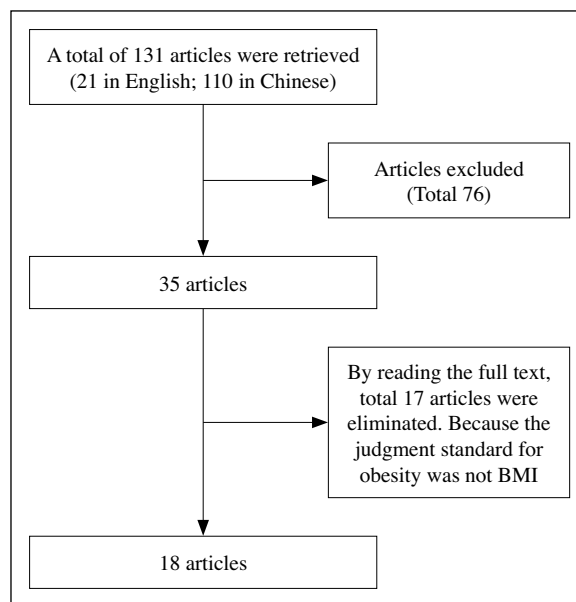


Fig. 1.—Flow Chart for the Literature Screening.

Tabla I
Main Characteristic of the Studies and the Detection Rate of Obesity among Primary School Students in China

First author	Year	Geographical distribution	Prevalence of obesity (%)			Subjects	Age range	Criterion
			Total	Boy	Girl			
Wang HH ¹⁸	2009	Handan	16.01			pupil	7-12	BMI
Yu T ¹⁹	2009	Chengdu	7.00	8.80	5.00	pupil	7-12	BMI
Li L ²⁰	2010	Jinan	17.47	22.27	13.15	pupil	7-12	BMI
Hu YR ²¹	2010	Zhenjiang	8.70	13.40	7.00	pupil		BMI
Liu XH ²²	2010	Linghai	9.60	12.80	6.00	pupil		BMI
Zhang H ²³	2010	Xinyang	6.17	7.50	4.77	pupil	7-12	BMI
Zeng YH ²⁴	2010	Yangchun	4.19	5.91	1.85	pupil		BMI
Zhuang J ²⁵	2011	Chaozhou	10.26	13.58	6.59	pupil	7-12	BMI
Jiang JJ ²⁶	2011	Ji,an	11.20	14.50	8.00	pupil	7-12	BMI
Fu ZJ ²⁷	2011	Shanghai	22.64			pupil	7-12	BMI
Huang JH ²⁸	2011	Beijing	21.00	28.00	14.40	pupil		BMI
Lan FQ ²⁹	2011	Shenzhen	8.98	10.65	7.19	pupil	7-12	BMI
Liu M ³⁰	2012	Yongzhou	13.7	21.2	3.9	pupil	6-12	BMI
Zhu B ³¹	2013	Zhoushan	12.86	15.93	9.51	pupil	7-12	BMI
Jia L ³²	2013	Wenzhou	6.4	7.9	4.6	pupil	6-13	BMI
Zhou H ³³	2013	Dongguan	7.32	5.55	1.77	pupil	7-14	BMI
Gao G ³⁴	2013	Suzhou	11.23	14	7.9	pupil	7-12	BMI
Yao Y ³⁵	2014	Tongling	3.66	5.2	1.8	pupil	5-14	BMI

research results in the 18 papers were heterogeneous. Random-effect model was used for meta-analysis. As is shown by the forest plots (Figure 2), the results suggested that pooled prevalence of obesity in primary school students is 10.0 % (95% CI: 7.2%-13.5%).

Publication bias

Publication bias is a tendency on average to produce results that appear statistical significance on the part of investigator to submit, or the reviewers and editors, to accept manuscripts. Even though a potential threat in meta-analysis, it may be verified with funnel plots, which was applied to modifying the possible bias in our literature selection. Verification by funnel plot (Figure 3) showed that the literatures included were in better symmetry, suggesting less possibility of publication bias on the detection rate of obesity in China primary school students.

Discussion

Our results indicated that the obesity prevalence status in China was still troublesome, the pooled

prevalence of obesity in primary school students is 10.0 % (95% CI: 7.2%-13.5%). The possible explanation for the results may be included as follow: the physiological difference and traditional Chinese thinking that male should be strongest sex in a family, also there are maybe lack healthy lifestyle knowledge and actual healthy behavior among students³⁶. In addition, highly developed economic level in eastern China makes urban children in wealth families enjoy more modern vehicles and sedentary behaviors, thus leading to reduce daily physical activities and a decrease in daily energy expenditure but easy accumulation of body fat, whereas obesity seems less likely in western China, where the economy is relatively under-developed, and growth deficiencies due to poor nutrition occur more often in children rather than being obese. Moreover, the overall prevalence rates of overweight and obesity in northern area were higher than in other areas³⁷.

Although the figure by our meta-analysis with mean 10.% doesn't look so high as previous reports in western nations, the prevalence status in Mainland China is still troublesome, for the situation will go worse if we currently fail to take effective preventive and control measures. this condition tends to be risk factors for mental growth in childhood and even represents social

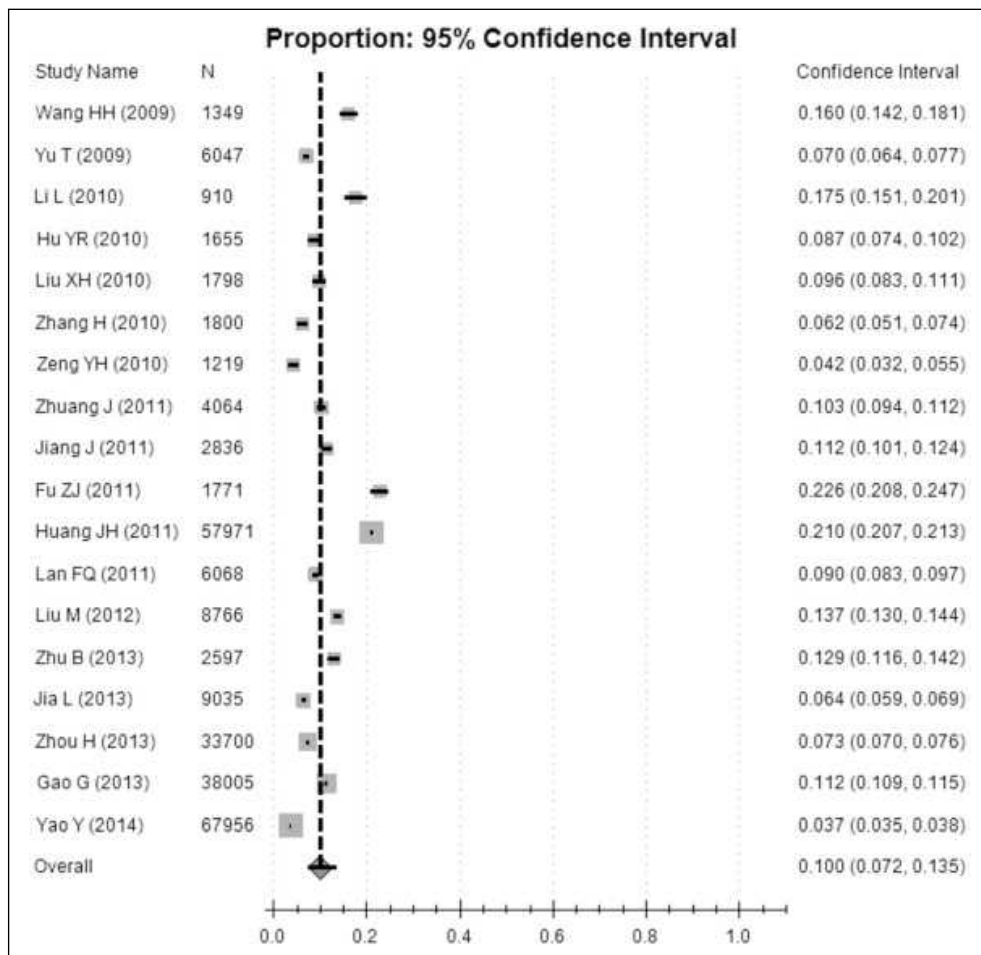


Fig. 2.—Forest Plot of obesity for the overall prevalence in the Meta-analysis.

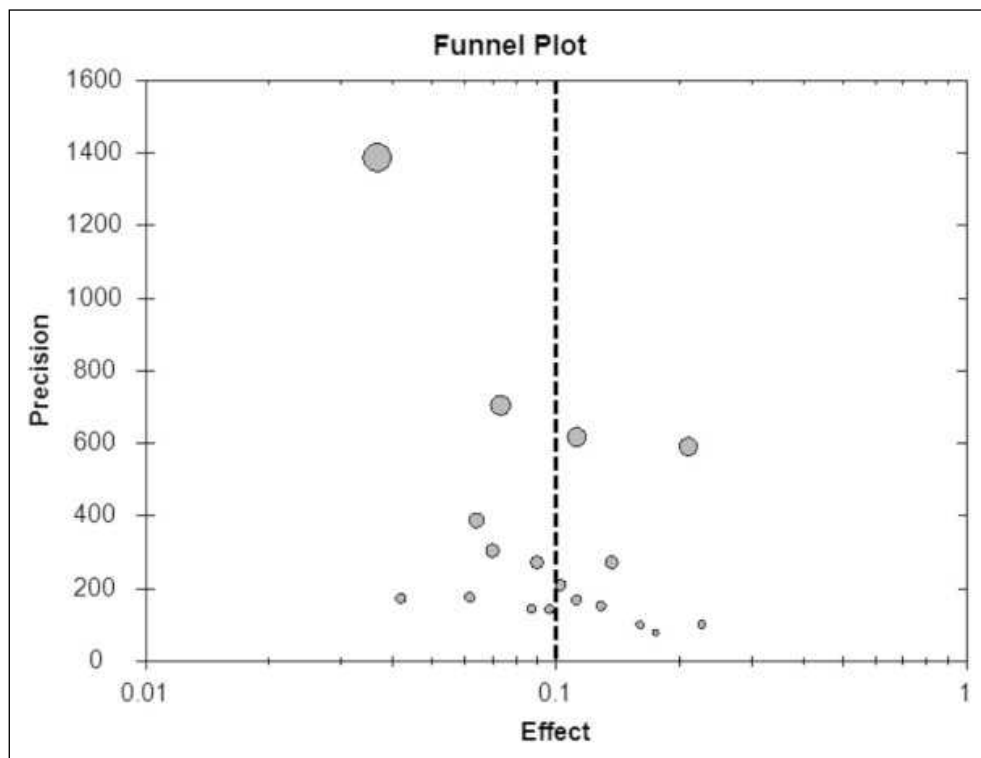


Fig. 3.—Funnel Plot.

dysfunction when they grow up. For the rising childhood obesity in China, we have to be highly aware of the serious situation, and our educational departments and health authorities should jointly take effective and practical measures, such as health education and regular physical examination, to put it under control. Besides, parents should be educated with the importance of healthy eating, while students are encouraged to take more exercise and shape good living habits.

Limitations

This study provides the current status of childhood obesity from 2009 to 2014 in China. Some limitations to our meta-analysis: the data included are from published papers, some publication bias may exist. Relatively smaller sized samples from literatures for subgroups tends to weaken the validity of the results; and 3) failure to exclude the genetic susceptibility as an important risk factor for childhood obesity in China. Therefore, more reliable obesity prevalence in elementary school students in China remains further investigation.

Conclusion

Our results indicated that the obesity prevalence status in China was still troublesome, for the situation will go worse if we currently fail to take effective and practical measures.

Conflict of Interest: None declared.

References

1. Haidar YM, Cosman BC: Obesity epidemiology. *Clin Colon Rectal Surg* 2011, 24(4):205-10.
2. Popkin BM, Adair LS, Ng SW: Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries. *Nutr Rev* 2012, 70(1):3-21.
3. Petekkaya I, Sahin U, Gezgen G, Solak M, Yuce D, Dizdar O *et al*: Association of breast cancer subtypes and body mass index. *Tumori* 2013, 99(2):129-33.
4. Jensen ME, Wood LG, Gibson PG: Obesity and childhood asthma - mechanisms and manifestations. *Curr Opin Allergy Clin Immunol* 2012, 12(2):186-92.
5. Fedele DA, Janicke DM, Lim CS, Abu-Hasan M: An examination of comorbid asthma and obesity: assessing differences in physical activity, sleep duration, health-related quality of life and parental distress. *J Asthma* 2014, 51(3):275-81.
6. Das P, Bhattacharjee D, Bandyopadhyay SK, Bhattacharya G, Singh R: Association of obesity and leptin with insulin resistance in type 2 diabetes mellitus in Indian population. *Indian J Physiol Pharmacol* 2013, 57(1):45-50.
7. O'Hartaigh B, Jiang CQ, Bosch JA, Zhang WS, Cheng KK, Lam TH *et al*: Independent and combined associations of abdominal obesity and seated resting heart rate with type 2 diabetes among older Chinese: the Guangzhou Biobank Cohort Study. *Diabetes Metab Res Rev* 2011, 27(3):298-306.

8. Rodilla E, Costa JA, Martin J, Gonzalez C, Pascual JM, Redon J: Impact of abdominal obesity and ambulatory blood pressure in the diagnosis of left ventricular hypertrophy in never treated hypertensives. *Med Clin (Barc)* 2014, 142(6):235-42.
9. Bechlioulis A, Vakalis K, Naka KK, Bourantas CV, Papamichael ND, Kotsia A *et al*: Paradoxical protective effect of central obesity in patients with suspected stable coronary artery disease. *Obesity (Silver Spring)* 2013, 21(3):E314-21.
10. Chiu SH, Dimarco MA, Prokop JL: Childhood obesity and dental caries in homeless children. *J Pediatr Health Care* 2013, 27(4):278-83.
11. Costacurra M, Di Renzo L, Bianchi A, Fabiocchi F, De Lorenzo A, Docimo R: Obesity and dental caries in paediatric patients. A cross-sectional study. *Eur J Paediatr Dent* 2011, 12(2):112-6.
12. D'Mello G, Chia L, Hamilton SD, Thomson WM, Drummond BK: Childhood obesity and dental caries among paediatric dental clinic attenders. *Int J Paediatr Dent* 2011, 21(3):217-22.
13. Ji CY, Sun JL: [Analyses of the epidemiological status of overweight and obesity in Chinese students and the prevalence changes in recent 15 years]. *Beijing Da Xue Xue Bao* 2004, 36(2):194-7.
14. Ji CY, Sun JL, Chen TJ: [Dynamic analysis on the prevalence of obesity and overweight school-age children and adolescents in recent 15 years in China]. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi* 2004, 25(2):103-8.
15. Mi J, Cheng H, Hou DQ, Duan JL, Teng HH, Wang YF: [Prevalence of overweight and obesity among children and adolescents in Beijing in 2004]. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi* 2006, 27(6):469-74.
16. Stroup DF, Berlin JA, Morton SC, Olkin I, Williamson GD, Rennie D *et al*: Meta-analysis of observational studies in epidemiology: a proposal for reporting. Meta-analysis Of Observational Studies in Epidemiology (MOOSE) group. *JAMA* 2000, 283(15):2008-12.
17. Wallace BC, Schmid CH, Lau J, Trikalinos TA: Meta-Analyst: software for meta-analysis of binary, continuous and diagnostic data. *BMC Med Res Methodol* 2009, 9:80.
18. Honghai W, Lirui P, Rong S, Jiang C: Investigation of obesity among pupils in Handan. *Journal of Handan College* 2009, 19(1):117-18.
19. Tao Y, Jieqiu L: Analysis of the prevalence status of overweight and obesity in students in Chengdu. *Chinese Journal of Practical Pediatrics* 2009, 24(7):556-58.
20. Li L, Guifa, Xu., Xinying L, Jun L: Analyzing the status of pupils, obesity in Jinan and its influencing factors. *Chinese health service management* 2010(11):773-77.
21. Hu, Y, Ding F, Zhou Y, Shao H: Prevalence of obesity and its influence factors among primary school students in Runzhou district of Zhenjiang. *Chinese journal of school health* 2010, 31(1):23-24.
22. Liu X, Zhu L, Shi X, Liang D, Zhang Y: overweight and obese of pupils in Linghai. *Journal of Shenyang medical college* 2010, 12(2):103-05.
23. Zhang H, Zhao Y: Analysis on simple obesity and its effect factors in primary school students in Xinyang. *Maternal and child health care of China* 2010, 25(24):3464-66.
24. Zeng Y, Chen H: Prevalence of overweight and obesity and its influencing factors among primary school students in Yangchun. *Chinese journal of school health* 2010, 31(7):835-36.
25. Zhuang J: Analysis on obesity among primary school students in Chaozhou. *Military medical journal of south China* 2011, 37(6):50-55.
26. Jiang Y, Zhao H: Analysis influencing factors among primary school students obesity in Jian. *Chinese journal of public health engineering* 2011, 10(5):433-34.
27. Fu J, Fan H, Si M, Qi D, Lin K: Prevalence of overweight and obesity among 7-12 year-old students in one center districts in Shanghai. *Chinese journal of school health* 2011, 32(11):1341-43.

28. Huang J, Huang H, Ma L, Qing Y: Prevalence of overweight among students in Dongcheng district. *Capital journal of public health* 2011, 5(4):173-75.
29. Lai F, Ou Z, Ouyang X, Wang H, Li H, Fan W: Investigation on overweight and obesity of middle and primary school students in the Longgang district of Shenzhen[J]. *Journal of Journal of tropical medicine* 2011, 11(7):799-801.
30. Liu M: Investigation of the prevalence of obesity among pupils in Lengshuitan District, Yongzhou City. *Practical preventive medicine* 2012, 19(7):1035-36.
31. Zhu B, Cai X: Survey and influencing factors of overweight and obesity of pupils in Zhoushan City. *Chinese journal of general medicine* 2003, 11(7):1099-110.
32. Jia L, Wang L, Shan R, Lin Y: prevalence of overweight and obesity in primary school students in Wenzhou City and the analyses of the risk factors. *Journal of Hygiene Research* 2013, 42(2):269-72.
33. Zhou H: Investigation and analysis of the current situation of children's obesity in Dongguan town of Changping City. *Journal of Qiqihar Medical College* 2013, 34(12):12-13.
34. Gao G, Chen X, Wang G, Zhou Z: The analysis on the overweight and obesity among primary students in Wuzhong district. *Chinese Primary Health Care* 2013, 27(9):111-13.
35. Yao Y, Ren X, Song X, He L, Jin Y, Chen Y *et al*: The relationship between dental caries and obesity among primary school-children aged 5 to 14 years. *Nutr Hosp* 2014, 30(1):60-65.
36. Xu F, Wang X, Ware RS, Tse LA, Wang Z, Hong X *et al*: A school-based comprehensive lifestyle intervention among Chinese kids against Obesity (CLICK-Obesity) in Nanjing City, China: the baseline data. *Asia Pac J Clin Nutr* 2014, 23(1):48-54.
37. Xie S, Wang J, Li N, Jiang W, Yang S, Li X *et al*: [Survey on overweight and obesity of preschool children in rural areas from ten provinces of China]. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi* 2014, 35(4):425-8.



Original/*Obesidad*

Consumo de bebidas energéticas, alcohólicas y azucaradas en jóvenes universitarios de la frontera México-USA

Luis Mario Gómez-Miranda¹, Montserrat Bacardí-Gascón², Nuris Yohana Caravalí-Meza² y Arturo Jiménez-Cruz²

¹Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Deportes. ²Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Medicina y Psicología. México.

Resumen

Introducción: El consumo de bebidas azucaradas, energéticas y alcohólicas en universitarios puede ser un riesgo para la salud.

Objetivo: Determinar el consumo de bebidas azucaradas, energéticas, y alcohólicas y compararlo con el estado del IMC en universitarios.

Metodología: Se evaluaron estudiantes de segundo y tercer año de la UABC. Se midieron el peso, la talla y la circunferencia de cintura, y se calculó el IMC. Se aplicó un cuestionario sobre consumo de 19 bebidas.

Resultados: Participaron 1138 estudiantes. La prevalencia de obesidad y obesidad abdominal fue de 12 y 33% y de 14 y 17% en mujeres y hombres respectivamente. El 55% de las mujeres y el 68% de los hombres consumían más de 25g de azúcar de bebidas al día; 12% consumían más de 100g de azúcar al día. El consumo calórico diario proveniente de bebidas fue mayor de 450 kcal en hombres y de 350kcal en mujeres. Diez por ciento de mujeres y 15% de hombres consumen más de 30g de alcohol diarios. Las bebidas que contienen carbohidratos y que se consumen con mayor frecuencia son los zumos de frutas (90%), la leche entera (69%), los refrescos regulares (83%), las cervezas (37%), los licores (27%) y las bebidas energéticas (12%).

Conclusiones: El consumo de bebidas azucaradas, alcohólicas y energéticas es muy alto, lo que podría ser un riesgo para la salud en esta población.

(Nutr Hosp. 2015;31:191-195)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8094

Palabras clave: *Bebidas azucaradas. Bebidas energéticas. Bebidas alcohólicas. Estudiantes universitarios.*

CONSUMPTION OF SWEETENED, ENERGY AND ALCOHOLIC BEVERAGES AMONG COLLEGE STUDENTS IN THE MÉXICO-US BORDER

Abstract

Background: The consumption of sugary, energy and alcoholic drinks among college students might be a health risk factor.

Objective: To assess the consumption of sugary, energy and alcoholic drinks and to determine their associations with body mass index (BMI) status among college students.

Methods: Second and third year college students enrolled in five different majors at the Universidad Autónoma de Baja California were evaluated. Weight, height and waist circumference were measured and BMI was calculated. A frequency questionnaire of 19 drinks was administered.

Results: A total of 1138 students participated in the study. The prevalence of obesity and abdominal obesity was 12 and 33% with 14 and 17% in women and men respectively. Fifty-five per cent of women and 68% of men consumed more than 25g of sugar drinks per day; 12% consumed more than 100g of sugar daily. The daily caloric intake from beverages was greater than 450kcal with 350kcal in men and women respectively. Ten per cent of women and 15% of men consumed more than 30g of alcohol daily. The sugary drinks more frequently consumed were fruit juices (90%), whole milk (69%), regular soft drinks (83%), beer (37%), liquor (27%) and energy drinks (12%).

Conclusions: Consumption of sugary, energy, and alcoholic drinks is very high, which may be a health risk in this population.

(Nutr Hosp. 2015;31:191-195)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8094

Keywords: *Sugar sweetened beverages. Energy beverages. Alcoholic beverages. College students.*

Introducción

Las bebidas energéticas contienen grandes cantidades de cafeína, aminoácido-aurina, guaraná, carnitina, y otras sustancias que podrían ocasionar riesgo para la salud¹. Entre otros, se ha reportado arritmia y muerte súbita después del consumo excesivo^{2,3}. Por otro, lado la mayoría de los consumidores lo toman en conjunto con

Correspondencia: Arturo Jiménez Cruz.
Av. Tecnológico 14418, Ciudad Universitaria,
Mesa de Otay, Tijuana 22320.
E-mail: ajimenez@uabc.edu.mx

Recibido: 13-VII-2014.
Aceptado: 16-VIII-2014.

el alcohol, lo que aumenta el riesgo de intoxicaciones^{4,5}. Oteri (2007) realizó un estudio en 500 estudiantes de la escuela de Medicina de la Universidad de Messina, y registró que el 56.9% de los alumnos habían consumido bebidas energéticas y que el 48.4% de ellos las habían mezclado con alcohol⁶.

Por otro lado, el consumo de bebidas azucaradas se ha convertido en un riesgo para la salud⁷⁻⁹. Se ha observado una asociación entre el aumento del consumo de estas bebidas y algunas enfermedades metabólicas como la hipertensión arterial, la resistencia a la insulina, diabetes tipo 2, obesidad abdominal, hipertrigliceridemia, síndrome metabólico, entre otras^{7,10}. Además, en estudios aleatorizados en niños se ha observado que el consumo de bebidas azucaradas predice el IMC en los escolares y adolescentes en etapas posteriores a la vida⁹. En estudios aleatorizados en jóvenes y adultos las evidencias demuestran que la asociación entre el consumo de bebidas azucaradas y la obesidad es moderada⁸. Asimismo, en la revisión sistemática y metanálisis de estudios prospectivos y aleatorizados de Malik (2013) se concluyó que el consumo de bebidas azucaradas promueve la ganancia de peso en niños y adultos¹¹.

En Estados Unidos se ha observado que el 80% del total de las calorías consumidas provenientes de azúcares, son obtenidas de las bebidas carbonatadas; lo que se ha asociado con el aumento del sobrepeso y la obesidad¹². Otros autores han indicado que alimentos con densidad energética alta como las bebidas azucaradas se han asociado al aumento en la incidencia de la obesidad¹³.

El propósito de este estudio fue determinar la asociación del consumo de bebidas azucaradas, energéticas y alcohólicas con el IMC en jóvenes universitarios.

Metodología

Muestra y participantes

Se obtuvo una muestra por conveniencia de 1138 estudiantes de segundo y tercer año, de la Facultad de Deportes, Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Facultad de Contaduría y Administración, Facultad de Economía y Facultad de Humanidades de la Universidad Autónoma de Baja California.

El estudio fue sometido para aprobación por el comité de ética de la Facultad de Medicina y Psicología de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC). Los participantes firmaron un consentimiento voluntario para participar en el estudio, en el que se les explicó las características del estudio y se especificó que podrían salir del estudio en el momento que lo creyeran conveniente, sin que eso tuviera efecto sobre su participación como estudiantes de la universidad y/o con los profesores participantes en el estudio.

Se entrenaron y capacitaron a 10 alumnos de la Facultad de Deportes en el departamento de medicina deportiva de la UABC en Tijuana, para homogeneizar la toma de mediciones antropométricas, utilizando una báscula portá-

til, un estadiómetro y una cinta métrica flexible para la medición del peso, la estatura y la circunferencia de cintura.

Se realizó un análisis de reproducibilidad inter e intra-observador en las mediciones de estatura, peso y circunferencia de cintura. Así mismo se entrenó a los estudiantes para que la aplicación de las encuestas de frecuencia de consumo de bebidas energéticas y azucaradas fuera de forma homogénea.

Se aplicó el cuestionario en dos ocasiones a un mismo grupo para evaluar la reproducibilidad. Una vez obtenida una reproducibilidad de las mediciones antropométricas y de la frecuencia de consumo en un nivel mayor de 0.85, se programó la toma de mediciones y la aplicación de la encuesta.

Variables

Las variables de medición fueron el peso, la estatura, la circunferencia de cintura, el índice de masa corporal (IMC), la frecuencia y la cantidad de consumo de bebidas.

Estatura: Se midió con un estadiómetro portátil (Modelo 214 Road Rod, Seca Corp, Hanover, MD, USA). Para la estatura máxima se ubicó a la persona con la cabeza en el plano de Frankfort, para evidenciar el vértex (la parte más prominente y alta de la cabeza). Se le indicó al sujeto que tomara aire y sostuviera una inspiración profunda manteniendo la cabeza fija. El auxiliar del investigador colocó firmemente una escuadra (estadiómetro) sobre el vértex. La medida fue tomada al final de la inspiración profunda. Se tomó la lectura la cantidad en centímetros al 0.1cm más cercano. Se colocó a los participantes de pie, descalzos, con los pies juntos, rodillas extendidas, talones y espalda en contacto con la pieza vertical del aparato medidor y los brazos a los costados con las palmas dirigidas hacia los muslos.

Peso: Se midió con una báscula electrónica (Modelo Tanita Corp, Tokio, Japon), ajustada al 0.1kg con precisión de 100g (rango de 0.1-130kg). Antes de iniciar el registro de peso, se calibró la báscula mediante una pesa estándar. La medición se realizó sin zapatos, con ropa ligera, colocado arriba de la báscula sin apoyo de ningún otro sitio. Se escribió la cantidad registrada en la báscula.

Circunferencia de cintura (CC): Se midió con una cinta métrica flexible con rango de 0 – 200 cm, marca Seca, sobre el punto medio localizado entre la cresta iliaca y la última costilla, al final de una espiración normal. Se consideró obesidad abdominal cuando la CC fue \geq de 80 cm en mujeres y 94 en hombres¹⁴.

Índice de Masa Corporal (IMC): Se calculó mediante la fórmula $IMC = \text{peso} / \text{estatura}^2$ (kg/m²). Los valores de IMC se clasificaron según los valores de la OMS (2004) para población adulta¹⁵.

Cuestionario de Bebidas Azucaradas y Energéticas: Se tradujo el The beverage Intake Questionnaire¹⁶. El cuestionario cuenta con un listado de bebidas que generalmente son consumidas (bebidas alcohólicas, azucaradas, energéticas, lácteas, café, etc.), y preguntas sobre la cantidad y la frecuencia de consumo de las mismas.

Procedimiento

Reproducibilidad del cuestionario: El cuestionario de consumo de bebidas se aplicó a un grupo de estudiantes en dos ocasiones, con una diferencia de siete días entre cada aplicación. Una vez obtenida la reproducibilidad, se analizó con el coeficiente de correlación de Spearman.

Aplicación del cuestionario: Se aplicó el cuestionario mediante entrevista directa en los salones de clase de las facultades, se leyeron las instrucciones y se explicó como contestarlo. El encuestador aclaró las dudas sobre las preguntas y registró las contrariedades que se presentaron.

Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico se calcularon las diferencias de medias de consumo de bebidas y calorías por sexo, edad e IMC, mediante la prueba de Mann-Whitney.

Resultados

Se evaluaron 1.138 estudiantes de 17 a 30 años (50% mujeres). La prevalencia de sobrepeso, obesidad y obesidad abdominal en mujeres fue de 25, 12 y 33% respectivamente y en hombres de 30, 14 y 17% respectivamente.

En la tabla I se presenta la frecuencia de consumo a la semana de diferentes bebidas calóricas. Se observó que el 90% de las personas consumen al menos una vez a la semana jugo de frutas y el 59% más de una vez a la semana. El 83 % consumen refrescos por lo menos una vez a la semana y el 57% más de una vez a la semana. Con respecto a las bebidas alcohólicas, el 37% de las personas consumen cerveza cuando menos una vez a la semana y el 10% más de una vez a la semana. El 12% de las personas consumen bebidas energéticas al menos una vez a la semana

La tabla II se presenta en percentiles de consumo semanal en mililitros y kilocalorías de bebidas azuca-

radas, lácteas, sin azúcar, alcohólicas y energéticas, gramos de azúcar a la semana y kilocalorías totales a la semana, por sexo, por grupo de edad y por IMC.

Los hombres consumieron más mililitros y kilocalorías a la semana de bebidas azucaradas, lácteas, alcohólicas y energéticas que las mujeres ($P=0.0001$). Los jóvenes <21 años consumieron más mililitros y kilocalorías por semana de bebidas lácteas que los ≥ 21 años ($p=0.021$ y 0.029 respectivamente). Los ≥ 21 años consumieron más bebidas alcohólicas en mililitros y en kilocalorías por semana ($p=0.012$ y 0.044 respectivamente). Las personas con un IMC <25 kg/m², consumieron menos mililitros de bebidas sin azúcar ($p=0.007$) y más kilocalorías totales a la semana ($p=0.046$) que los que presentaron un IMC ≥ 25 kg/m². Las personas con obesidad abdominal reportaron un consumo menor de bebidas azucaradas y alcohólicas y consumo total de kilocalorías provenientes de bebidas que las personas con CC normal ($p=0.046$, $p=0.025$ y $p=0.002$ respectivamente).

En la percentil 50, el consumo de bebidas azucaradas diario fue de 500 ml en hombres y de 430ml en mujeres. El consumo de bebidas lácteas diario fue de 230ml en hombres y de 150ml en mujeres. El consumo de bebidas sin azúcar diario fue de 1.200 ml en hombres y de 1.100 ml en mujeres. El consumo de bebidas alcohólicas diario, en la percentil 50 fue de 68ml en hombres y de 25 ml en mujeres. En la percentil 50, el consumo de azúcar diario proveniente de bebidas fue mayor de 35 g en hombres y de 25 g en mujeres.

Doce por ciento de los alumnos consumen más de 100 g de azúcar provenientes de bebidas al día. El consumo calórico diario proveniente de bebidas fue mayor de 450kcal en hombres y de 350 kcal en mujeres. El 55% de las mujeres y el 68% de los hombres consumen más de 25 g de azúcar proveniente de bebidas al día. El 24% de las mujeres y el 37% de los hombres consumen más de 50 g de azúcar al día.

Diez por ciento de las mujeres, consumen al día más de 30 g de alcohol y 15% más de 20 g. Cinco por ciento de los hombres, consumen al día más de 60 g de alcohol y 15% consumen más de 30 g.

Tabla I

Frecuencia de consumo a la semana de diferentes bebidas calóricas

Tipo de bebida de acuerdo a la fuente energética	BEBIDA	Más de una vez a la semana	%	Una vez a la semana	%
Azucaradas	Jugo de Frutas	666	59	1021	90
	Refrescos	646	57	945	83
	Té azucarado	358	31	652	57
	Café con crema y azúcar	431	38	674	59
Alcohólicas	Licores	44	4	311	27
	Cerveza	111	10	421	37
	Cerveza Light	60	5	287	25
	Vino	29	3	164	14
	Alcohólicas preparadas	19	2	206	18
Energéticas	Energéticas	37	3	137	12

Tabla II
Consumo de bebidas por sexo, por grupo de edad y por IMC

Bebida	Sexo			Edad			IMC		
	H	M	P	<21 años	≥21 años	P	<25	≥25	P
	P50 (P25-P75)	P50 (P25-P75)	P50 (P25-P75)	P50 (P25-P75)	P50 (P25-P75)	P50 (P25-P75)	P50 (P25-P75)	P50 (P25-P75)	P50 (P25-P75)
Bebidas azucaradas ml/sem	3600 (2160-6750)	3060 (1620-5160)	0.0001	3540 (1920-6180)	3180 (1800-5415)	0.146	3420 (1800-6255)	3240 (1920-5400)	0.198
Bebidas lácteas ml/sem	1620 (600-3360)	1080 (600-2520)	0.0001	1620 (600-3360)	1200 (600-2610)	0.021	1500 (600-3360)	1500 (600-2520)	0.538
Bebidas sin azúcar ml/sem	8400 (4560-12600)	7800 (3780-12600)	0.194	8400 (4200-12600)	8400 (4200-12600)	0.684	7590 (4140-12600)	8400 (4380-12600)	0.007
Alcohólicas ml/sem	480 (0-1200)	180 (0-810)	0.0001	180 (0-870)	360 (0-1200)	0.012	240 (0-960)	240 (0-1020)	0.862
Bebidas energéticas ml/sem	0 (0-0)	0 (0-0)	0.0001	0 (0-0)	0 (0-0)	0.082	0 (0-0)	0 (0-0)	0.716
Azúcar g/sem	266 (138-467)	193 (98-339)	0.0001	235 (124-409)	214 (110-382)	0.127	230 (114-413)	207 (125-374)	0.327
Bebidas azucaradas kcal/sem	1374 (780-2725)	1041 (536-1925)	0.0001	1249 (668-2307)	1113 (639-2164)	0.231	1245 (645-2430)	1112 (666-2033)	0.142
Bebidas lácteas kcal/sem	1020 (378-2116)	680 (309-1447)	0.0001	866 (378-1733)	756 (309-1587)	0.029	804 (378-1856)	835 (378-1587)	0.466
Alcohólicas kcal/sem	207 (0-913)	52 (0-648)	0.0001	77 (0-710)	173 (0-780)	0.044	149 (0-733)	116 (0-718)	0.892
Bebidas energéticas kcal/sem	0 (0-0)	0 (0-0)	0.0001	0 (0-0)	0 (0-0)	0.082	0 (0-0)	0 (0-0)	0.716
kcal/sem	3404 (2027-5953)	2467 (1491-3929)	0.0001	2973 (1688-5039)	2694 (1670-4581)	0.155	3000 (1760-5089)	2623 (1616-4476)	0.046

Discusión

En este estudio se observó que la prevalencia de obesidad y obesidad abdominal es alta en ambos sexos y mayor en hombres. Además, se observó que los estudiantes universitarios tienen el hábito de consumir frecuentemente bebidas con alto contenido calórico, como los zumos de frutas, los refrescos y las bebidas con azúcar añadida, lo que sugiere un mayor riesgo del sobrepeso y la obesidad^{8,13y16}.

Los resultados de la prevalencia de sobrepeso y obesidad en este grupo de edad son similares a la de otros estudios¹⁷. Mientras que el alto consumo de los zumos de frutas y los refrescos regulares, fueron mayores que los reportados con negros no hispanos y con hispanos¹⁸, lo que sugiere que en México, debido al menor control de las autoridades o al mayor poder de las refresqueras, los jóvenes mexicanos se encuentran en un entorno más adverso que explica la alta prevalencia de la obesidad en adolescentes y adultos.

El mayor consumo de bebidas azucaradas por parte de los hombres es similar a los reportados en adolescentes (10-18 años de edad) de Brasil¹⁹. Además, en este estudio se observó que el 24% de las mujeres y el 37% de los hombres consumen cantidades mayores a los límites recomendados por la American Heart Association y la American Stroke Association²⁰.

En diversas revisiones sistemáticas de estudios aleatorizados y prospectivos se ha observado una asociación entre el consumo de bebidas azucaradas y la ganancia de peso^{8,9 y 11}, lo que sugiere que se trata de un grupo de alto riesgo de desarrollar la obesidad y enfermedades cardiovasculares. Situación que indica la importancia de revisar las regulaciones de permisos de anuncios y de disponibilidad de alimentos azucarados en las universidades, la supervisión del cumplimiento adecuado de ellas y de promover programas en este grupo de población para aumentar el consumo de agua y disminuir el consumo de bebidas azucaradas. La meta final es crear ambientes no obesigénicos que faciliten promover y mejorar el estilo de vida y disminuir el riesgo de obesidad, diabetes y enfermedades cardiovasculares en los universitarios^{8,9 y 11}.

El consumo de alcohol y bebidas energéticas es también alto. En los EEUU, se ha reportado que el consumo de las bebidas alcohólicas combinadas con las bebidas energéticas ha sido causa de consecuencias fatales⁶. La combinación de las bebidas energéticas y el alcohol ha provocado casos de congestión alcohólica y muerte por intoxicación. O'Brien (2008) considera que esa situación indica un escenario de alerta para prevenir y vigilar estas conductas⁵. Por lo tanto, en México, también se deben realizar regulaciones sanitarias y estrategias para prevenir este alto consumo, que aumenta la ingesta de calorías y el riesgo de muerte por otras causas.

En diversos estudios se ha observado mayor riesgo de sobrepeso u obesidad en personas que consumen bebidas azucaradas²¹⁻²³, bebidas energéticas⁵ y bebidas

alcohólicas⁶. Debido a los resultados de este estudio que demuestran un alarmante alto consumo de estas tres bebidas, las autoridades universitarias deberían regular la ingesta de bebidas azucaradas y energéticas en los campi, promover programas para prevención de las bebidas azucaradas, energéticas y alcohólicas y promover el consumo de agua.

Las limitaciones de este estudio son que la muestra fue de jóvenes universitarios, lo cual no es representativo de la población en general. Asimismo, este es un estudio descriptivo transversal de un diseño prospectivo. Se realizó una reproducibilidad del cuestionario, pero no una validación con otras encuestas de consumo, como el diario dietético durante siete días²⁴⁻²⁶. Se ha observado que las personas con sobrepeso u obesidad, tienden a subestimar el consumo²⁷.

Las fortalezas del estudio son el número grande de la muestra, es el primer estudio en Latinoamérica que reporta el consumo de bebidas azucaradas, alcohólicas y energéticas en jóvenes universitarios. Se realizó un análisis de reproducibilidad inter e intra-observador en las mediciones y la reproducibilidad del cuestionario presentó una correlación mayor a 0.85 en cada una de los reactivos.

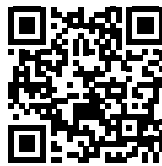
En conclusión, en este estudio se observó alta prevalencia de obesidad, obesidad abdominal, de consumo de bebidas azucaradas, energizantes y alcohólicas.

Referencias

1. Buxton Ch & Hagan, JE. A survey of energy drinks consumption practices among student -athletes in Ghana: lessons for developing health education intervention programmes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 2012; 9: 1-8.
2. Reissig CJ, Strain EC, Griffiths RR. Caffeinated energy drinks, a growing problem. *Drug Alcohol Depend* 2009; 99: 1-10.
3. Attila S & Cakir B. Energy-drink consumption in college students and associated factors. *Applied nutritional investigation* 2011; 27: 316-22.
4. Ballistreri MC & Corradi-Webster. El uso de bebidas energizantes en estudiantes de educación física. *Rev Latino-am Enfermagem* 2008; 16: 1-10.
5. O'Brien MC, McCoy TP, Rhodes SD, Wagoner A, Wolfson M. Caffeinated cocktails: energy drink consumption, high-risk drinking, and alcohol-related consequences among college students. *Acad Emerg Med* 2008;15:453-60.
6. Oteri A, Salvo F, Caputi AP, Calapai G. Intake of energy drinks in association with alcoholic beverages in a cohort of students of the school of medicine of the university of messina. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research* 2007; 31(10): 1677-80.
7. Schulze MB, Liu S, Rimm EB, Manson JE, Willett WC, Hu FB. Glycemic index, glycemic load, and dietary fiber intake and incidence of type 2 diabetes in younger and middle-aged women. *Am J Clin Nutr* 2004; 80: 348-56.
8. Gómez-Miranda, LM. Bacardí-Gascón M. Jiménez-Cruz A. Estudios aleatorizados sobre el efecto del consumo de bebidas azucaradas sobre la adiposidad en adolescentes y adultos; Revisión sistemática. *Nutr Hosp* 2013; 28(6): 1792-96.
9. Perez-Morales E, Bacardí-Gascón M, Jiménez-Cruz A. Sugar-sweetened beverage intake before 6 years of age and weight or BMI status among older children; systematic review of prospective studies. *Nutr Hosp* 2013; 28(1):47-51.
10. Stanhope KL, Schartz JM, Keim NL, Griffen SC, Bremer AA, Graham JL, Hatcher B, Cox. Consuming fructose-sweetened,

not glucose sweetened, beverages increases visceral adiposity and lipids and decreases insulin sensitivity in overweight/obese humans. *The Journal of Clinical Investigation* 2009;119 (5): 1322-1334.

11. Malik VS, Pan A, Willet WC, et al. Sugar-sweetened beverages and weight gain in children and adults: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 2013. Pub ahead of print August 21.
12. Popkin BM & Nielsen SJ. The sweetening of the world's diet. *Obesity research* 2003; 11(11): 1325-32.
13. Olsen & Heitmann. Intake of calorically sweetened beverages and obesity. *Obesity reviews* 2008; 10:68-75.
14. Alberti KG, Zimmet P, Shaw J. Metabolic syndrome-a new world-wide definition. A Consensus Statement from the International Diabetes Federation. *Diabet Med* 2006 May;23(5): 469-80.
15. Organización Mundial de la Salud. Global data base on body mass index. 2006. Disponible en: http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage= intro_3.html (Visitada el 10 de septiembre del 2014).
16. Hedrick VE, Comber DL, Estabrooks PA, Savla J, Davy BM. The beverage intake questionnaire: determining initial validity and reliability. *J Am Diet Assoc*. 2010 Aug; 110(8):1227-32.
17. Maersk M, Belza A, Stodkilde-Jorgensen H, Ringgaard S, Chabanova E, Thomsen H, Pedersen SB, Astrup A, Richelsen B. Sucrose-sweetened beverages increase fat storage in the liver, muscle, and visceral fat depot: a 6-mo randomized intervention study. *Am J Clin Nutr* 2012; 95: 283-9.
18. Manyanga T, El-Sayed H, Doku DT, Randall JR. The prevalence of underweight, overweight, obesity and associated risk factors among school-going adolescents in seven African countries. *BMC Public Health* 2014; 14(1): 887.
19. Kumar GS, Pan L, Park S, Lee-Kwan SH, Onufrak S, Blanck HM. Sugar-sweetened beverage consumption among adults - 18 States, 2012. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2014; 63(32):686-90.
20. Pereira RA, Souza AM, Duffey KJ, Sichieri R, Popkin BM. Beverage consumption in Brazil: results from the first National Dietary Survey. *Public Health Nutr* 2014;1-9. Epub ahead of print.
21. Goldstein LB, Bushnell CD, Adams RJ, Appel LJ, Braun LT, Chaturvedi S, Creager MA, Culebras A, Eckel RH, Hart RG, Hinchey JA, Howard VJ, Jauch EC, Levine SR, Meschia JF, Moore WS, Nixon JV, Pearson TA. Guidelines for the primary prevention of stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke* 2011; 42(2): 517-84.
22. Ariza AJI, Chen EH, Binns HJ, Christoffel KK. Risk factors for overweight in five- to six-year-old Hispanic-American children: a pilot study. *J Urban Health* 2004; 81(1):150-61.
23. Gillis LJ1, Bar-Or O. Food away from home, sugar-sweetened drink consumption and juvenile obesity. *J Am Coll Nutr* 2003; 22(6):539-45.
24. Liebman MI, Pelican S, Moore SA, Holmes B, Wardlaw MK, Melcher LM, Liddil AC, Paul LC, Dunnagan T, Haynes GW. Dietary intake, eating behavior, and physical activity-related determinants of high body mass index in rural communities in Wyoming, Montana, and Idaho. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2003; 27(6):684-92.
25. Ebbeling CB, Feldman HA, Chomitz VR, Antonelli TA, Gortmaker SL, Osganian SK, Ludwig DS. A Randomized Trial of Sugar-Sweetened Beverages and Adolescent Body Weight. *N Engl J Med* 2012; 367:1407-16.
26. Chen L, Appel LJ, Loria C, Lin PH, Champagne CM, Elmer PJ, et al. Reduction in consumption of sugar-sweetened beverages is associated with weight loss: the PREMIER trial¹⁻³. *Am J Clin Nutr* 2009; 89: 1299-306.
27. Ebbeling CB, Feldman HA, Osganian SK, Chomitz VR, Ellenbogen SJ, Ludwig DS. Effects of decreasing sugar-sweetened beverage consumption on body weight in adolescents: a randomized, controlled pilot study. *Pediatrics* 2006; 117: 673-80.
28. Rader RK, Mullen KB, Sterkel R, Strunk RC, Garbutt JM. Opportunities to Reduce Children's Excessive Consumption of Calories From Beverages. *Clin Pediatr (Phila)* 2014; 53(11):1047-54.



Original/*Obesidad*

Riesgo asociado a obesidad según estadiaje de Edmonton en cirugía bariátrica

Ana Isabel de Cos¹, Jersy J. Cardenas¹, Beatriz Pelegrina¹, María Concepción Roldan¹, Isabel Calvo¹, Clotilde Vázquez² y Luis Felipe Pallardo¹

¹Unidad de Obesidad, Servicio de Endocrinología y Nutrición. ²Hospital Universitario La Paz. Fundación Jimenez Díaz, Madrid. España.

Resumen

Con una prevalencia de obesidad mórbida del 1,2% en población española, los criterios de indicación para Cirugía Bariátrica (CB) no consideran comorbilidades ni estado funcional. Es necesaria una aproximación diagnóstica capaz de predecir mortalidad y sustentar criterios de priorización terapéutica.

Objetivo: Aplicar la propuesta Edmonton como sistema de estadiaje clínico para la clasificación de pacientes en lista de espera de CB.

Método: Se recogen datos de 81 pacientes (2011 – 2013), tras protocolo prequirúrgico. Se registra peso, talla, IMC, cintura, determinaciones bioquímicas, TA, presencia de enfermedad hepática, renal, osteoarticular, síndrome apnea-hipopnea del sueño (SAHS) y reflujo gastroesofágico. Se aplica a cada persona la propuesta de estadiaje de Edmonton, con 10 variables.

Resultados: 67% mujeres. Edad media: 47 años, 18% con edad inferior a 30 años. IMC medio: 47 (37-67), 90% IMC > de 40. El 34% de los pacientes presentan SHAS y el 25% enfermedad por reflujo. Un 9% asocia IMC > 45, disglucosis-diabetes mellitus y SAHS. Aplicando el modelo de Edmonton, nueve pacientes (11%) se sitúan en el rango de mayor riesgo (estadio 3), 70% en rango de riesgo elevado (estadio 2), y 15 pacientes (18%), están incluidos en la condición de bajo riesgo. Ningún paciente se situaba en estadio 0, sin factores de riesgo asociados a obesidad.

Conclusiones: El estadiaje de Edmonton nos aporta información sobre la presencia y extensión de co-morbilidades, que apoye la toma de decisiones terapéuticas. La capacidad predictiva de mortalidad de la propuesta de Edmonton podría ser útil para establecer criterios de priorización quirúrgica.

(Nutr Hosp. 2015;31:196-202)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8097

Palabras clave: *Diagnóstico de la obesidad. Estadiaje de Edmonton. Cirugía Bariátrica.*

Correspondencia: Dra. Ana Isabel de Cos
Unidad de Obesidad
Servicio de Endocrinología y Nutrición
Hospital Universitario La Paz
Pº Castellana 261. 28046 Madrid
anaide.cos@salud.madrid.org

Recibido: 20-IX-2014.

Aceptado: 20-X-2014.

OBESITY ASSOCIATED RISK USING EDMONTON STAGING IN BARIATRIC SURGERY

Abstract

With a prevalence of Morbid Obesity of 1,2% of the Spanish population, the current criteria for Bariatric Surgery do not classify patients taking into consideration co-morbidities or functional status. We need new staging systems useful in predicting mortality and able to support prioritizing treatments.

Aim: Applying Edmonton staging system to patients awaiting Bariatric Surgery.

Method: Data collected from 81 patients from 2011-2013 after pre-surgery protocol. Weight, height, waist, BMI, biochemical parameters and blood pressure are registered. Also taken down are hepatic, renal, osteoarticular diseases, sleep-apnea syndrome and/or gastro-oesophageal reflux, if present. Edmonton staging of ten variables is applied to each patient.

Results: 81 patients: 67% women, average age 47y, 18% below 30y. Average BMI of 47, 90% of patients have a BMI >40. 34% of patients show sleep-apnea syndrome and 25% gastro-oesophageal reflux. 9% of the patients have a BMI >45, diabetes mellitus and sleep-apnea syndrome. Applying the Edmonton Staging, nine patients (11%) are in the highest risk range (stage 3), 70% are in the high-risk range (stage 2) and 15 patients (18%) are included in the low-risk range. No patient was found to be in stage 0 without obesity risk factors.

Conclusions: The Edmonton staging system provides us with information on presence or extent of co-morbidities that guide decision making in individuals. The mortality-predictive ability of Edmonton proposal could help to assist in determining the urgency of Bariatric Surgery and establish better criteria to prioritize these group of patients.

(Nutr Hosp. 2015;31:196-202)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8097

Key words: *Obesity diagnosis. Obesity staging. Bariatric Surgery.*

Abreviaturas

OM: Obesidad Mórbida.
CB: Cirugía Bariátrica.
IMC: Índice Masa Corporal.
TA: Tensión Arterial.
SAHS: Síndrome de apnea-hipopnea del sueño.

Introducción

En las últimas décadas la obesidad ha alcanzado dimensiones de epidemia y el incremento del índice de masa corporal (IMC) medio en población mundial, se ha incrementado 0.4 kg/m² por década. Aunque la prevalencia de obesidad con IMC entre 30 – 40 kg/m² pueda estar estabilizándose, la prevalencia de obesidad mórbida o extrema, puede estarse cuadruplicando (IMC >40 kg/m²) o quintuplicando (IMC >50 kg/m²)^{1,2}.

Este rápido crecimiento de la obesidad mórbida también ha sido reportado en España. Entre 1993 y 2006, se ha evidenciado un incremento relativo de la prevalencia de OM (24%), muy superior al incremento del resto de categorías de obesidad³ y similar al aumento de OM en otros países occidentales, aún sin que alcance los niveles de EEUU, con un prevalencia de OM en 2010 del 6,5% de la población.

Datos de la Encuesta Nacional de Salud (ENS 2008-2010) muestran una prevalencia de obesidad mórbida (OM), con IMC > 40 del 1,2% en población española (0,6% hombres; 1,8% mujeres), y de obesidad grado II (IMC >35) del 4,2% (3,8% varones; 4,5% mujeres). En relación con la obesidad abdominal, definida por una circunferencia de cintura >102 cm. en hombres y >88 cm. en mujeres, se objetiva una prevalencia del 36,1% (32,3% varones; 39,8% mujeres)⁴.

Estos individuos severamente obesos, requieren una mayor utilización de los servicios sanitarios⁵ y los resultados en cuanto a pérdida de peso y resolución de comorbilidades son generalmente insatisfactorios con abordajes terapéuticos no quirúrgicos. La Cirugía Bariátrica (CB), por el contrario, se ha mostrado eficaz en el tratamiento de la OM, reduciendo significativamente las comorbilidades asociadas y consiguiendo pérdidas ponderales significativas y sostenibles. Sin embargo, aún con la utilización de técnicas menos agresivas anatómicamente y la aplicación de accesos mínimamente invasivos laparoscópicos, se reporta morbilidad (<8%) y mortalidad (<1%) asociada al procedimiento⁶.

En este contexto, el registro IFSO (International Federation for the Surgery of Obesity), al que aportan información 50 naciones pertenecientes a la asociación, refiere un número global de procedimientos de CB en el 2011 cercano a los 350.000 (mayor nº USA y Canadá seguidos por Brasil), y muestra datos de España procedentes de 259 cirujanos con 7.850 procedimientos realizados en este año⁷, un número 10 veces superior al de 1990.

La indicación de CB incluye habitualmente criterios de edad (18 – 65 años), rangos de IMC (>40 o >35 + patología asociada), ausencia de patología psiquiátrica mayor o comorbilidades que contraindiquen la cirugía. Sin embargo, una aproximación diagnóstica estandarizada que categorice los pacientes según su riesgo de salud, sea predictiva de mortalidad y sustente criterios de priorización terapéutica, no ha estado disponible hasta recientemente.

La propuesta Edmonton (*Division of Endocrinology, Department of Medicine, University of Alberta, Edmonton, Canada*), aborda una clasificación de la obesidad que, independientemente de las medidas antropométricas habituales (Índice de Masa Corporal-circunferencia de cintura, etc), incorpora la presencia de comorbilidades asociadas y su dimensión, así como la gradación de limitaciones funcionales para definir estadios clínicos con diferente riesgo vital⁸. Este sistema de estadiaje clínico se ha demostrado capaz de predecir mortalidad en cohortes representativas con obesidad^{9,10}.

Objetivos

Nos proponemos clasificar a los pacientes con obesidad en lista de espera de cirugía bariátrica según el riesgo asignado por el sistema de estadiaje de Edmonton, en relación con la presencia y extensión de comorbilidades o limitación funcional, independientemente de los índices antropométricos habitualmente utilizados como criterio de indicación.

Métodos

Se recogen datos de 81 pacientes incluidos en lista de espera de Cirugía Bariátrica (CB) de junio de 2013 (periodo 2011-2013) en el Hospital Universitario La Paz, tras haber finalizado el protocolo prequirúrgico y confirmarse indicación para la cirugía. Se obtienen el peso, talla, circunferencia de cintura, determinaciones bioquímicas (glucemia, perfil lipídico) y tensión arterial del momento en que se establece la indicación y se evalúa la presencia de enfermedad hepática, renal, osteoarticular, síndrome de apnea-hipopnea del sueño (SAHS) y reflujo gastroesofágico. Se considera así mismo el grado de capacidad funcional para las actividades de la vida diaria. Se calcula el IMC, se categorizan los pacientes según criterios de cintura hipertriglicéridémica y estadiaje cardio-metabólico de Garvey^{11,12}. La presencia de síndrome metabólico y/o diabetes mellitus o disglucosia define en este caso los estadios de riesgo, con estratos de 0 a 4 (metabólicamente sano a enfermedad avanzada).

Finalmente se aplican a cada persona la propuesta de estadiaje clínico de Edmonton⁸, con 10 variables (nueve relativas a comorbilidades asociadas a la obesidad y una sobre funcionalidad física) que distribuye la población en scores de 0 a 3. Se realizan mediciones

de tendencia central y se estudia la asociación entre las variables categóricas: IMC, score Edmonton y score cardiovascular mediante el test de Kruskal-Wallis para variables no paramétricas.

Resultados

De los 81 pacientes incluidos, 27 fueron hombres (33%) y 54 fueron mujeres (67%). La edad media al momento de la inclusión fue de 47 ± 10 años (Min - Máx: 19-65 años). El 66% tenían entre 40 y 60 años. La media de tiempo en lista de espera fué de $13 \pm 6,8$ meses. El IMC medio fue 47 kg/m^2 (Min-Max: 37-67). El 90 % de los pacientes tenían un $\text{IMC} \geq 40 \text{ kg/m}^2$ y 26% un $\text{IMC} \geq 50 \text{ kg/m}^2$. La circunferencia de cintura media fue de $132 \pm 14 \text{ cm}$. El 22% de las mujeres y el 10% de los varones presentó un índice de cintura

hipertrigliceridémica elevado. El índice HOMA fue $> 4,41$ en el 69% de los pacientes. (Tabla 1).

El 55% de los pacientes eran Hipertensos, siendo prehipertensos el 13 %. Un 43 % presentó datos de esteatosis hepática por ecografía. El 41 % presentó síntomas o signos de artritis o artrosis. El 34% presentó SHAS y el 25% enfermedad por reflujo. Dentro de las alteraciones del metabolismo hidrocarbonado el 33 % de los pacientes eran diabéticos, de los cuales el 29 % requería tratamiento insulínico. Un 34 % presentó cifras de glucosa basal alterada en ayunas. Hasta un 23 % de los pacientes se encontraba en tratamiento con estatinas, mientras que solo un 2,5 % recibió tratamiento con fibratos. La mayoría tenía un estilo de vida sedentario (62%) mientras que sólo un 6 % manifestó realizar actividad física intensa. (Tabla 2).

La distribución de los pacientes según el IMC se muestra en la Tabla 3.

Tabla I
Datos epidemiológicos y antropométricos

		Porcentaje
Hombre: Mujer ^c	1:2	33%:67%
Edad (años) ^{a,b}	47 ± 10 (19-65)	
Tiempo en lista de espera (meses) ^a	$13 \pm 6,8$	
Índice de Masa Corporal (kg/m^2) ^{a,b}	47 (37-67)	
IMC ≥ 40 ^c		90%
IMC ≥ 50 ^c		26%
Circunferencia de Cintura (cm) ^a Elevada ^c	132 ± 14	100%
Índice Cintura	Hombres ^c	10%
trigliceridémica elevado	Mujeres ^c	22%
Índice HOMA $>4,41$ ^c	70.8	69%

^aDatos expresados en media \pm desviación estándar. ^bDatos expresados en Min-Max. ^cDatos expresados como Porcentaje.

Tabla II
Comorbilidades asociadas a Obesidad

Hipertensión Arterial	55%	
Pre-hipertensión Arterial	13%	
Esteatosis Hepática	43%	
Artralgia/Artritis	41%	
Diabetes Mellitus	33%	
Glucosa alterada en ayunas	34%	
SAOS/SAHS	34%	
Reflujo Gastro-esofágico	25%	
Sedentario	62%	
Actividad	Leve	14%
Física	Moderada	12%
	Intensa	6%

Tabla III
Distribución según el IMC

	Nº	Porcentaje
Grado II (35-39,99 kg/m^2)	7	8,6%
Grado III (40-49,99 kg/m^2)	50	61,7%
Grado IV (50-59,99 kg/m^2)	24	29,6%

Clasificando según el estadiaje de Edmonton, trece pacientes (16%) se sitúan en Estadio 1, cincuenta y ocho pacientes (72%) en Estadio 2 y diez pacientes (12%) en estadio 3. Ningún paciente se situaba en el estadio 0. Los pacientes en Estadio 4 no eran candidatos a cirugía bariátrica y por ello no fueron incluidos en este estudio. (Tabla 4).

Clasificando por el Score Cardiovascular dos pacientes (2%) se clasificaron como score cero (Bajo

Tabla IV
Distribución según el Score de Edmonton

	Nº	Porcentaje
Estadio 1	13	16%
Estadio 2	58	72%
Estadio 3	10	12%

riesgo cardiovascular), veinte pacientes (25 %) como score uno, dieciocho pacientes (22%) como score dos, ocho pacientes (10%) como score tres y treinta y tres pacientes (41 %) como score cuatro (Muy Elevado riesgo cardiovascular). (Tabla 5).

Tabla V
Distribución Según Score Cardiovascular

	Nº	Porcentaje
Score Cardiovascular 0	2	2%
Score Cardiovascular 1	20	25%
Score Cardiovascular 2	18	22%
Score Cardiovascular 3	8	10%
Score Cardiovascular 4	33	41%

No se encontró asociación estadística significativa entre el grado de obesidad por IMC y el estadiaje de Edmonton (Test de Kruskal-Wallis: $H_2 = 3,273$, $P = 0,195$) (Figura 1), ni entre el grado de obesidad por IMC y el Score Cardiovascular. (Test de Kruskal-Wallis: $H_3 = 2,260$, $P = 0,520$) (Figura 2). Sin embargo, al relacionar el Score de Edmonton con el Score Car-

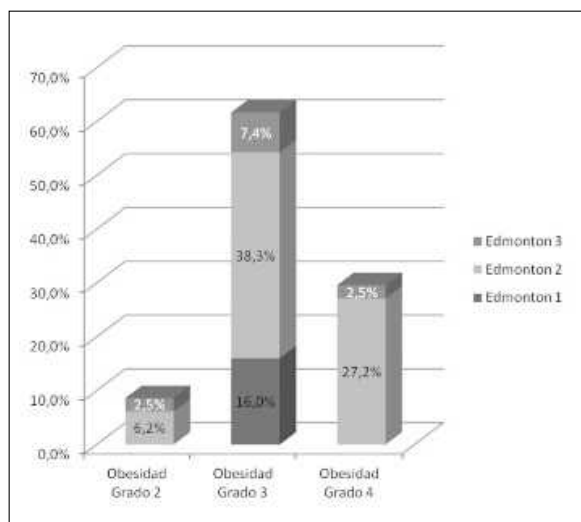


Fig. 1.—Distribución del Score de Edmonton en los distintos grados de obesidad por IMC. Se observa que existen pacientes con alto Score Edmonton en todos los grados de obesidad. No se encontró asociación significativa entre ambas variables.

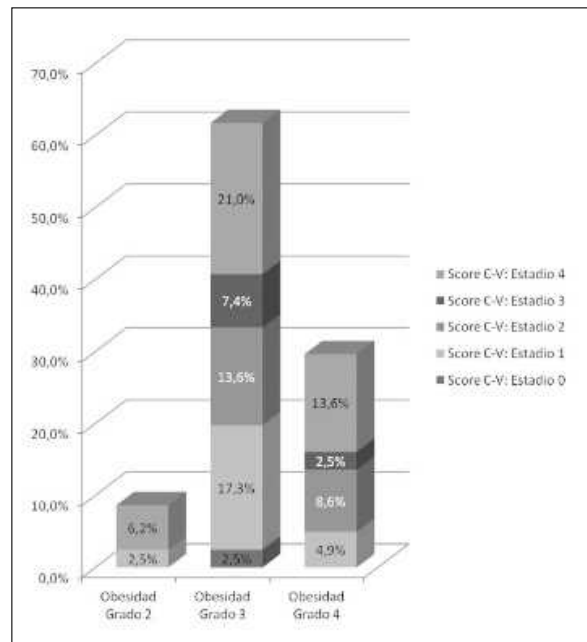


Fig. 2.—Distribución del Score Cardiovascular en los distintos grados de obesidad por IMC. Se observa que incluso en grados de obesidad menos severos, se encuentran pacientes con Muy alto riesgo cardiovascular. No se encontró asociación significativa entre ambas variables.

diovascular, si se encontró asociación estadística significativa entre ambos (Test de Kruskal-Wallis: $H_2 = 18,135$, $P < 0,001$). (Figura 3).

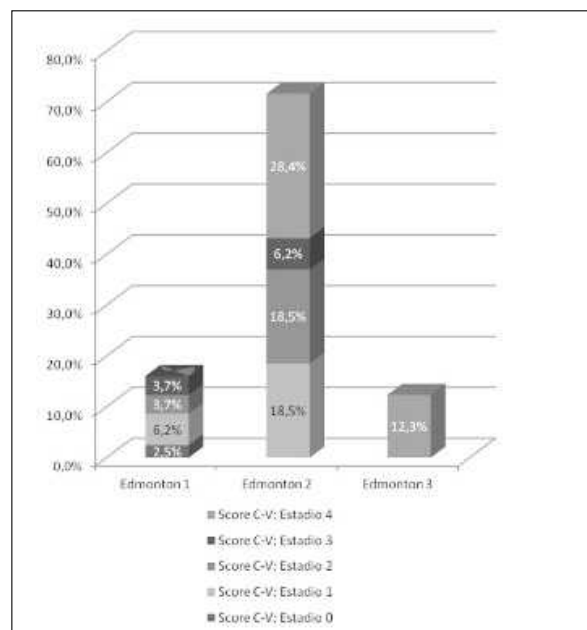


Fig. 3.—Distribución del Score Cardiovascular en los distintos Estadios de Edmonton. Se observa que todos los pacientes en Estadio Edmonton 3 tienen el más alto riesgo cardiovascular. Un alto porcentaje (28%) de pacientes en estadio Edmonton 2 tienen un alto riesgo cardiovascular. La asociación entre ambas variables fue significativa.

Discusión

La obesidad es un problema de salud pública en el mundo y en España¹³, país con cifras de sobrepeso-obesidad en adultos en torno al 54% y superiores al 37% en la infancia. Estudios observacionales reportan como a medida que aumenta el IMC, disminuye la expectativa de vida con una pérdida de tres años de vida en individuos moderadamente obesos y de 10 años en obesidades severas, y muestran una asociación desfavorable entre IMC elevados y morbimortalidad. Cinco unidades de incremento por encima de 25 kg/m² asocian un incremento del 29% de mortalidad por todas las causas, 41% para mortalidad vascular y 210% para mortalidad relacionada con diabetes¹⁴.

Sin embargo, esta clasificación antropométrica de la obesidad (IMC y circunferencia abdominal o pliegues cutáneos), no valora la presencia de comorbilidades o factores de riesgo y no aporta información sobre funcionalidad, calidad de vida u otros factores pronósticos¹⁵. En el caso de obesidad mórbida o extrema, las medidas antropométricas se han mostrado claramente insuficientes para identificar individuos con mayor riesgo asociado a obesidad. Estas mediciones aún cuando se muestran útiles para la evaluación de poblaciones tienen baja sensibilidad y especificidad cuando se aplican a individuos, mostrando una amplia variabilidad en la relación IMC, distribución de grasa corporal y morbimortalidad. Esta escasa correlación entre medidas antropométricas y salud, se pone de manifiesto cuando se obtienen disminuciones “saludables” de peso (5-10% del peso corporal), sin reflejarse en cambios del grado de obesidad.

Por otra parte, también la presencia de comorbilidades tiene gran impacto en la morbimortalidad y calidad de vida del paciente obeso^{16,17}. Patologías de índole metabólica o mecánica, que afecten a órganos y sistemas, con repercusión funcional o vital, son potentes limitantes biológicos y biográficos en el individuo con obesidad.

En este contexto, la caracterización del paciente obeso diferenciando individuos en relación con pronóstico vital o con consecuencias psicosociales muy desfavorables de su enfermedad, ha sido objetivo de la investigación médica en el campo de la Obesidad en las últimas décadas. En los últimos años, la aproximación diagnóstica de la obesidad mediante IMC, se ha visto completada por estudios de compartimentos corporales con definición de la distribución de la grasa y superada, al incluir en la valoración la presencia y dimensión de enfermedades asociadas, metabólicas, cardiorrespiratorias, osteoarticulares, disfunción hormonal u otras^{18,19,20,21}.

La propuesta Edmonton no valora el grado de adiposidad pero suministra información pronóstica de forma análoga a la utilizada en el estadiaje del paciente oncológico para definir tamaño y extensión/diseminación del tumor. También, al valorar la presencia y severidad de las enfermedades relacionadas con la obesidad nos

aporta una evaluación del riesgo más individualizada e integral que la de índices antropométricos o ecuaciones de riesgo cardiovascular. Este estadiaje se ha demostrado predictor independiente de mortalidad, incluso después de ajustar por otros métodos de adiposidad⁹.

En nuestra muestra candidata a cirugía bariátrica, aplicado el modelo Edmonton, el 12% muestra un score 3 caracterizando 10 pacientes de alto riesgo que no fueron identificados por un IMC en los rangos más elevados. En todas las categorías por IMC, la mayoría se incluían en la categoría 2 y el resto en la 1. En ningún caso se indica CB en obesidad no complicada y dado que un score Edmonton elevado es predictor de un incremento de mortalidad tanto en población general como en población con criterios de CB, la clasificación puede ser utilizada para determinar la urgencia de la intervención y ser útil para priorizar pacientes de mayor riesgo o vulnerabilidad en protocolo de CB²².

Y si aplicamos el Cardiometabolic Disease Staging (CMDS)⁹, el 41% de los pacientes se sitúan en un riesgo elevado. La presencia de diabetes define en este caso el riesgo como también lo hace el sistema Edmonton, aunque este último requiere deterioro funcional severo y enfermedad cardiovascular para la inclusión en el grupo de mayor riesgo.

Ambas clasificaciones clínicas pronósticas son capaces de identificar pacientes de mayor riesgo, mientras que el IMC se muestra como un pobre predictor

0: Sin factores de Riesgo (ej. Presión arterial, lípidos séricos y glucosa basal en rangos de normalidad) y sin psicopatología, síntomas físicos, limitación funcional o alteración del bienestar relacionado con la obesidad.

1: Presencia de factores de riesgo subclínicos relacionados con la obesidad. (ej. Prehipertensión arterial, glucosa basal alterada, enzimas hepáticas elevadas), síntomas físicos leves (ej. Disnea de moderados esfuerzos, fatiga y dolor articular ocasional), psicopatología leve, limitación funcional leve y/o leve alteración del bienestar.

2: Presencia de enfermedades crónicas relacionadas con la obesidad establecidas (ej. Hipertensión arterial, diabetes mellitus, apnea del sueño, osteoartritis, limitación moderada en las actividades de la vida diaria y alteración moderada del bienestar).

3: Daño orgánico establecido (Infarto agudo de miocardio, insuficiencia cardiaca, ictus, complicaciones diabéticas) psicopatología significativa (depresión severa, ideación suicida), limitaciones funcional y/o alteración del bienestar significativas.

4: Disfunción severa (Potencialmente daño terminal) de enfermedades crónicas relacionadas con la obesidad, psicopatología severa, limitación funcional severa y/o alteración del bienestar severo.

Anexo 1. Sistema Edmonton de Estadiaje de la Obesidad.

de morbimortalidad. A pesar de ello, la indicación de cirugía bariátrica en la mayoría de las clínicas especializadas sigue sustentándose en el grado de obesidad (IMC >40), aún cuando la complejidad del cuadro clínico, con patología metabólica asociada, pueda establecer criterio de indicación en obesidades menos severas^{23,24,25}.

Los pacientes identificados en estadio 2-3 son aquellos que mayor beneficio pueden obtener del tratamiento quirúrgico. Identificados factores de riesgo quirúrgicos predictores de un aumento en la morbimortalidad posquirúrgica (IMC>50,HTA, SAHS, trombosis venosa profunda o embolismo pulmonar)^{26,27,28} y demostrada una disminución de mortalidad tras 10/20 años tras CB comparada con obesos controles (HR .71/.47)^{29,30}, y remisión o mejoría significativa de comorbilidades^{31,32}, el abordaje quirúrgico de la obesidad supone para esta población una oferta eficaz, segura y con repercusión duradera sobre la salud y vida³³.

Si bien, en nuestra muestra, la pertenencia a un estadio 3 ha priorizado el tratamiento quirúrgico, la inclusión en el grupo 2 no ha sido decisoria para la gestión de la lista de espera quirúrgica. En este estadio, nos parece necesario profundizar en el grado de control de las patologías asociadas y evaluar estas de forma “proporcionada” a su repercusión en la salud global del individuo. Así, la presencia de diabetes, condición central en la patología del paciente obeso y determinante del riesgo definido por el score cardiometabólico¹¹, podría servir como marco para optimizar el ratio beneficio/riesgo y definir un grupo dentro de la clasificación Edmonton 2 susceptible asimismo de priorización para CB^{34,35}.

El uso de procedimientos quirúrgicos como tratamiento de la obesidad ha crecido dramáticamente en los últimos años. A pesar de ello, se contempla que únicamente el 1% de la población obesa elegible para CB recibe este tratamiento⁶. Una alta demanda y recursos limitados de nuestro Sistema Público de Salud (tiempo de lista de espera quirúrgico medio en nuestra población superior a 13 meses), exigen una selección cuidadosa de pacientes que puedan obtener el mayor beneficio del tratamiento quirúrgico y de la reducción de peso³⁶.

Es tiempo de un correcto fenotipado del paciente con obesidad, fundamentalmente en grados severos susceptibles de tratamiento quirúrgico. Una aproximación diagnóstica y pronóstica de la obesidad que evalúe riesgo, estado funcional e identifique factores condicionantes del tratamiento (psicosociales, ambientales...), nos ayudará en la toma de decisiones sobre modalidad o intensidad de la intervención terapéutica.

Estas herramientas u otras³⁷ que puedan identificar pacientes que puedan estar en riesgo de peores resultados post tratamiento o un abordaje de la obesidad que contemple tres niveles: comportamiento/entorno y fenotipo, como el planteado en el proyecto spotlight^{38,39} y en un futuro, genotipado del paciente con obesidad, puede suponer un gran avance en el tratamiento de este problema individual y colectivo de salud.

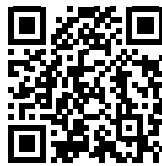
Conclusiones

La caracterización diagnóstica y del riesgo vital del paciente con obesidad mórbida candidato a cirugía bariátrica mediante el modelo de Edmonton, nos permite actuaciones que mejoren la seguridad y eficiencia en la gestión de la espera quirúrgica de esta población. Otros índices o scores centrados en las complicaciones asociadas, son necesarios en orden a categorizar, elegir y priorizar las rutas terapéuticas mas resolutivas.

Referencias

1. Sturm R; Hattory A. Morbid obesity rates continue to rise rapidly in the United States. *International Journal of Obesity* (2012), 1 -3.
2. Finucane MM, Stevens GA, Cowan MJ, Danaei G, Lin JK, Paciorek CJ et al. National, regional, and global trends in body-mass index since 1980: systematic analysis of health examination survey and epidemiological studies with 960 country-years and 9.1 million participants. *Lancet* 2011; 377:557-567.
3. Basterra-Gortari FJ, Beunza JJ Bes-Rastrollo M, Toledo E, Garcia Lopez M, Martinez-Gonzalez MA. Tendencia creciente de la prevalencia de obesidad mórbida en España: de 1,6 a 6,1 por mil en 14 años. *Rev Esp Cardiol* 2011;64:424-6.
4. Gutiérrez-Fisac JL, Guallar-Castillón P, León-Muñoz LM, Graciani A, Banegas JR, Rodríguez-Artalejo F. Prevalence of general and abdominal obesity in the adult population of Spain, 2008-2010: the ENRICA study. *Obes Rev.* 2012 Apr;13(4):388-92.
5. Raebel MA, Malone DC, Conner DA, Xu S, Porter JA and Lanti FA. Health Services use and health care cost of obese and nonobese individuals. *Archives of Internal Medicine* (2004) 164, 2135-2140.
6. Mechanick JI, Youdin AY, Jones DB, Garvey WT, Hurley DL, McMahon MM et al. Clinical Practice Guidelines for the Perioperative Nutritional, Metabolic, and Nonsurgical Support of the Bariatric Surgery Patient-2013 Update: Cosponsored by American Association of Clinical Endocrinologists, The Obesity Society, and American Society for Metabolic & Bariatric Surgery. *Surgery for Obesity and Related Diseases* 2013;9:159-191.
7. Henry Buchwald, Danette M. Olen. Metabolic/Bariatric Surgery Worldwide 2011. *Obes Surg* (2013) 23:427-436.
8. Sharma AM, Kushner RF. A proposed clinical staging system for obesity. *International Journal of Obesity* (2009) 33,289-295.
9. Padwal RS, Pajewski NM, Allison DB, Sharma AM. Using the Edmonton obesity staging system to predict mortality in a population-representative cohort of people with overweight and obesity. *CMAJ* 2011, 2011,183(14).
10. Kurk JL, Arden CL, Church TS et al. Edmonton obesity staging system: association with weight history and mortality risk. *Appl Physiol Nutr Metab* 2011;36:570-6.
11. Garvey WT. New tools for weight loss therapy enable a more robust medical model for obesity treatment: rationale for complications-centric approach. *Endocrine Practice* 2013; 19(5):864-874.
12. Guo F, Garvey WT. A new risk staging system to guide treatment for obesity using a complication-centric approach: validation using CARDIA and NHANES data. American Association of Clinical Endocrinologists 22nd Annual Scientific and Clinical Congress. Abstract #603. <http://am.aace.com/2013-AAACE-Abstracts>.
13. Ortega Anta RM, López-Solaber AM, Pérez-Farinós. Factores asociados al padecimiento de obesidad en muestras representativas de la población española. *Nutr Hosp* 2013;28(5):56-62.

14. Prospective Studies Collaboration. Body-mass index and cause-specific mortality in 900.000 adults: collaborative analyses of 57 prospective studies. *Lancet* 2009;373:103-96.
15. Okorodudu DO, Jumean MF, Montori VM et al. Diagnostic performance of body mass index to identify obesity as defined by body adiposity: a systematic review and meta-analysis. *Int J Obesity* 2010;34:791-799.
16. Apovian CM, Gokce N. *Obesity and cardiovascular disease*. *Circulation* 2012;125:1178-82.
17. Heo M, Allison DB, Faith MS et al. Obesity and quality of life: mediating effects of pain and comorbidities. *Obesity Research* 2003;11:209-216.
18. Wormser D, Kaptoge S, Di Angelantonio E, et al Emerging Risk Factors Collaboration.. Separate and combined association of body-mass index and abdominal adiposity with cardiovascular disease: Collaborative analysis of 58 prospective Studies. *Lancet* 2011;377:1085-1095.
19. Wyatt HR. Update on treatment strategies for obesity. *J Clin Endocrin Metab* 2013 as doi:10.1210/jc.2012-3115.
20. Magallares A, Benito del Valle P, Irlés JA, Bolaños-Rios P, Jáuregui-Lobera I. Bienestar psicológico en una muestra de pacientes obesos comparados con un grupo control. *Nutr Hosp* 2014;30:32-36.
21. Klein S, Allison DB, Heymsfiel SB, Kelly DE, Leibel RL, et al. Waist circumference and cardiometabolic risk: a consensus statement from shaping America's health: Association for Weight Management and Obesity Prevention;NAASO, The Obesity Society; The American Society for Nutrition and the American Diabetes Association. *Obesity* 2007;15:1061-1067.
22. Gill RS, Karmali S, Sharma AM. The potencial role of the Edmonton Obesity Staging System in determining indications for Bariatric Surgery. *Obes Surg* 2011;21:1947-49.
23. Dixon JB, Zimmet P, Alberti KJ, Rubino F. Bariatric surgery: an IDF statement for obese type 2 diabetes. *Diabet Med* 2011;28:628-642.
24. Colquitt JL, Picot J, Loveman E, Clegg AJ. Surgery for Obesity. *Cochrane Database Syst Rev*. 2009;(2):CD003641.
25. Lecube A, Burguera B, Rubio MA; Grupo de Trabajo de Obesidad de la Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición (GOOSEEN). Breaking therapeutic inertia: should metabolic surgery be considered one more option for the treatment of type 2 diabetes mellitus?. *Endocrinol Nutr* 2012;59:281-3.
26. DeMaria EJ, Murr M, Byrne TK. Validation of the obesity surgery mortality risk score in a multicenter study proves it stratifies mortality risk in patients undergoing gastric bypass for morbid obesity. *Ann Surg* 2007; 246:578-82.
27. DeMaria EJ, Portenier D, Wolfe L. Obesity surgery mortality risk score: Proposal for a clinically useful score to predict mortality risk in patients undergoing gastric bypass. *Surg Obes Relat Dis* 2007;3:134-40.
28. The Longitudinal Assessment of Bariatric Surgery (LABS) Consortium. Perioperative safety in the longitudinal assessment of bariatric surgery. *N Engl J Med* 2009;361:445-54.
29. Sjöström L, Peltonen M, Jacobson P. Bariatric surgery and long-term cardiovascular events. *JAMA* 2012;307:56-65.
30. Adams TD, Gress RE, Smith SC et al. Long-term mortality after gastric bypass surgery. *N Engl J Med* 2007;357:753-61.
31. Puzifferri N, Roshek TB, Mayo HG, Gallagher R, et al. Long-term follow-up after bariatric surgery. A Systematic Review. *JAMA* 2014;312(9):934-942.
32. Mateo Gavira I, Vilchez López FJ, Cayón Blanco M, García Valero A, Escobar Jimenez L, Mayo Ossorio MA, et al. Efecto del bypass gástrico sobre el riesgo cardiovascular y la calidad de vida en pacientes con obesidad mórbida. *Nutr Hosp* 2014; 1:29(3):508-12.
33. Pontiroli AEW, Morabito A. Long-term prevention of mortality in morbid obesity through bariatric surgery. A systematic review and meta-analysis of trials performed with gastric banding and gastric bypass. *Ann Surg* 2011; 253:484-87.
34. Carlsson LMS, Peltonen M, Ahlin S, Anveden Å, Bouchard C, et al. Bariatric surgery and prevention of type 2 diabetes in swedish obese subjects. *N Engl J Med* 2012; 367:695-704.
35. Rubino F, Kaplan LM, Schauer PR, Cummings DE. The Diabetes Surgery Summit consensus conference: recommendations for the evaluation and use of gastrointestinal surgery to treat type 2 diabetes mellitus. *Ann Surg* 2010;251:399-405.
36. Kirk SFL, Penney TL. The role of health systems in obesity management and prevention: problems and paradigm shifts. *Curr Obes Rep* 2013;2:315-319.
37. Coughlin JW, Guarda AS, Clark JM, Furtado MM, Steele KE, Heinberg LJ. A screening tool to assess and manage behavioral risk in the postoperative bariatric surgery patients: the WATCH. *J Clin Psychol Med Settings* 2013;20:456-463.
38. Lakerveld J, Brug J, Sandra Bot, Teixeira PJ, Harry Rutter H, Woodward E, Samdal O, Stockley L, De Bourdeaudhuij I, Van Assema P, Robertson A, Lobstein T, Oppert JM, Ádány R, Nijpels G, and on behalf of the SPOTLIGHT consortium. Sustainable prevention of obesity through integrated strategies: The SPOTLIGHT project's conceptual framework and design. *BMC Public Health* 2012;12:793. doi:10.1186/1471-2458-12-793.
39. Mackenbach JD, Rutter H, Compernelle S, Glonti K, Oppert JM, et al. Obesogenic environments: a systematic review of the association between the physical environment and adult weight status, the SPOTLIGHT project. *BMC* 2014;14:233. doi:10.1186/1471-2458-14-233.



Original/*Obesidad*

Autopercepción del estado ponderal y la forma física y su relación con el nivel de actividad física realizado, conductas alimentarias y bienestar psicosocial

Inmaculada Ruiz-Prieto^{1*}, Rocío Carbonero-Carreño², Ignacio Jáuregui-Lobera^{1,3}

¹Instituto de Ciencias de la Conducta. Sevilla. ²Instituto de Enseñanza Secundaria Atenea. Mairena del Aljarafe, Sevilla. ³Área de Nutrición y Bromatología. Universidad Pablo de Olavide. Sevilla. España.

Resumen

Introducción: La mayoría de los estudios sobre la autopercepción del peso corporal se han llevado a cabo en EE.UU. donde se ha comunicado que 20-40% de las personas con sobrepeso u obesidad subestiman su peso. La percepción de la forma física es una variable poco estudiada pero que se ha sugerido como relevante en la adopción de conductas saludables.

Objetivos: Analizar la autopercepción del peso corporal y la forma física en adolescentes valorando la relación entre dichas variables y conductas de control de peso corporal (dieta y actividad física), así como analizar la relación entre la autopercepción del peso corporal y el bienestar psicosocial.

Métodos: Un total de 655 alumnos participaron voluntariamente en el estudio durante el que cumplimentaron una serie de cuestionarios además de recogerse peso y talla de dichos participantes.

Resultados: Un 41.35% de los jóvenes autopercepcionaron erróneamente su peso y su forma física. La mayoría de participantes que se encontraban en sobrepeso u obesidad no realizaban dieta para tratar de disminuir su peso corporal. Aquellos jóvenes que consideraban su peso como elevado presentaron peor estado psico-emocional.

Discusión: El trabajo es novedoso en España, sigue la metodología llevada a cabo en los estudios del mismo tipo a nivel internacional y los resultados son similares a los obtenidos en otras poblaciones.

Conclusiones: La autopercepción del peso corporal y la forma física influyen en la adopción de conductas de control del peso corporal, como realización de dieta, y en un menor bienestar psicosocial de los jóvenes.

(Nutr Hosp. 2015;31:203-216)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8119

Palabras clave: *Auto-percepción del peso corporal; actividad física auto-informada; dieta; sobrepeso; obesidad.*

Correspondencia: Inmaculada Ruiz-Prieto.
Instituto de Ciencias de la Conducta, Calle Fernando IV, 24-26,
C.P. 41011, Sevilla. España.
E-mail: Inma.irp@gmail.com

Recibido: 24-IX-2014.
Aceptado: 28-X-2014.

WEIGHT MISPERCEPTION AND PHYSICAL FITNESS PERCEPTION IN RELATION TO THE PHYSICAL ACTIVITY LEVEL, DIETARY BEHAVIOUR AND PSYCHOSOCIAL WELL-BEING

Abstract

Introduction: Most of the studies on weight misperception have been carried out in the US where it has been estimated that 20-40% of overweight or obese people underestimate their weight status. The perception of the physical fitness is a little studied variable but suggested as relevant in the adoption of healthy behaviours.

Objectives: The aims were to analyze weight misperception and physical fitness perception in adolescents, evaluating the relationship between weight misperception and physical fitness perception and body weight management behaviours (diet and exercise) as well as to analyze the relationship between weight misperception and psychosocial well-being.

Methods: A total of 655 students participated voluntarily in the study during which they completed a series of questionnaires. Weight and height of all participants were collected.

Results: Many young people misperceived their weight and its physical fitness. The majority of participants who were overweight or obese did not go on diet to manage their body weight. Those who overestimated their weight had the worst psycho-emotional state.

Discussion: The work is novel in Spain, it follows the methodology carried out in international studies on the same topic and the results are similar to those obtained in other populations.

Conclusion: Weight misperception and physical fitness perception influence the adoption of healthy body weight management behaviors and is related to psychosocial well-being of young people.

(Nutr Hosp. 2015;31:203-216)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8119

Key words: *Weight misperception; self-reported physical fitness; diet; overweight; obesity.*

Abreviaturas

- B = Bulimia, subescala del EDI-2
BAS = Body Attitudes Scale (escala de actitudes sobre el cuerpo)
BD = Body Dissatisfaction (Insatisfacción Corporal), subescala del EDI-2
DT = Drive for Thinness (Tendencia a la Delgadez), subescala del EDI-2
EDI-2 = Eating Disorders Inventory -2 (inventario de los trastornos de la conducta alimentaria 2)
IMC = Índice de Masa Corporal (kg/m²)
IPAQ = International Physical Activity Questionnaire (cuestionario internacional de actividad física)
MET = índice metabólico
OMS = Organización Mundial de la Salud
SES = Self-esteem scale (escala de autoestima)

Introducción

La prevalencia de sobrepeso y obesidad infanto-juvenil ha aumentado en los últimos años en la mayoría de países desarrollados así como en aquellos en vías de desarrollo¹⁻¹³. En España, los datos de la Encuesta Nacional de Salud mostraron una prevalencia de sobrepeso infanto-juvenil de 21.57% en 2003, 18.67% en 2006 y 18.26% en 2011-2012 y una prevalencia de obesidad infanto-juvenil de 13.68% en 2003, 14.42% en 2006 y 15.15% en 2011-2012^{14,15}. Datos muy similares a los de prevalencia de sobrepeso infantil en EE.UU. (17%), que son los mayores registrados internacionalmente¹⁶.

El sobrepeso y la obesidad son patologías de etiología multifactorial, resultando de múltiples interacciones entre factores conductuales (alimentación, actividad física), biológicos y ambientales (nivel de ocupación, acceso a comidas, tamaño de raciones de alimento) que, a largo plazo, influyen en el balance energético^{17,18}. Estas patologías se asocian a problemas de salud como diabetes mellitus tipo 2, enfermedades cardiovasculares, síndrome metabólico, algunos tipos de cáncer^{1,18}, asma, hipertensión, apnea del sueño, resistencia a la insulina o menor tolerancia a la glucosa, perfil lipoproteico aterogénico, alteraciones menstruales, patologías y molestias musculoesqueléticas que afectan principalmente al tronco inferior, osteoartritis, menor nivel de autoestima, trastornos del humor, ansiedad, distimia, obsesiones, fobia o aislamiento social, insatisfacción corporal y uso/abuso de sustancias. Además, tener sobrepeso u obesidad en la infancia aumenta el riesgo de tener obesidad en la edad adulta, produciéndose un efecto negativo acumulativo del exceso ponderal a lo largo de la vida que provoca consecuencias de salud negativas (descritas anteriormente) y, por tanto, una menor calidad de vida y menor esperanza de vida^{1-7,19,20}. El aumento de la adiposidad no solo se relaciona con un aumento en el riesgo de desarrollar patologías si no también con

una menor capacidad para el ejercicio físico y menor frecuencia cardio-respiratoria, disminuyendo así las habilidades para la práctica de actividad física^{7,21}. Por todo lo anterior, la Organización Mundial de la Salud (OMS) considera la obesidad como el mayor problema de salud pública mundial fácilmente observable y, además, el más negligente^{8,9,19,22}.

Dada la prevalencia de sobrepeso y obesidad infanto-juvenil y sus consecuencias sobre la salud a lo largo de la vida, en las últimas décadas se han llevado a cabo numerosas estrategias de prevención y tratamiento de la sobrecarga ponderal. El ámbito escolar ha sido considerado uno de los mejores promotores de salud infantil, por lo que ha sido el espacio escogido para la mayoría de campañas de prevención^{21,22}. Con, aproximadamente, 5 años de edad, los jóvenes presentan un patrón alimentario y de actividad física definido y difícil de modificar, por lo que la prevención en la infancia temprana se ha entendido como la más efectiva^{5,21}. Sin embargo, algunos estudios han demostrado que en la infancia puesto que muchos niños con sobrepeso y obesidad infantil normalizan su peso durante el crecimiento y desarrollo sin necesidad de tratamiento⁹ y otros han apuntado que el hecho de que la mayoría de los alumnos se encuentren en normopeso puede disminuir la eficacia de los programas de promoción de salud llevados a cabo en los colegios²².

Dieta y ejercicio son los dos componentes básicos en la mayoría de programas de prevención de sobrepeso y obesidad^{3,17}, sin embargo, aunque el tratamiento y la prevención del sobrepeso y la obesidad parece fácil en términos de balance energético, el continuo aumento de la prevalencia parece demostrar que no es la solución¹⁰. A lo largo de los años, se ha recomendado a los niños en las escuelas que reduzcan la ingesta energética y de alimentos hipercalóricos y aumenten el nivel de actividad física, pero no se han dado pautas estructuradas, organizadas, y específicas, lo que, unido a los mensajes publicitarios, lleva a mensajes confusos^{7,10}. Por otro lado, no siempre los profesionales aplican las evidencias científicas en la práctica, lo que dificulta la eficacia de las estrategias¹⁰. Las evidencias sobre la efectividad de las intervenciones en la escuela para la prevención de sobrepeso y obesidad son moderadas, habiendo mostrado más eficacia aquellas intervenciones sobre el aumento de actividad física en el ámbito escolar con intervención familiar o aquellas que promueven conjuntamente actividad física y alimentación en la escuela con intervención comunitaria y familiar. Sin embargo, se necesitan más investigaciones a largo plazo sobre la eficacia de estrategias que incluyan políticas de prevención, cambios ambientales y estrategias de información saludable al consumidor²³.

Por otro lado, la mayoría de los jóvenes consideran la obesidad como un problema de salud, sin embargo no lo asocian directamente a sus hábitos si no que lo atribuyen fundamentalmente a causas externas (metabolismo, genética, etc.). Además, muchos jóvenes no

consideran los cambios en su estilo de vida como posibles, llevaderos y deseables, lo que supone una baja motivación para el cambio⁶.

La autopercepción del peso se ha estudiado ampliamente en adultos, sugiriéndose que una mala autopercepción del estado ponderal (discordancia entre el estado ponderal real y su percepción) podría perjudicar la adopción de actitudes y conductas saludables. De manera que, aquellas personas que presentando sobrepeso y obesidad subestimaban su peso podrían estar menos motivadas para perder peso y, por tanto, menos predispuestas a adquirir hábitos alimentarios saludables y ser físicamente activos. Además, estas personas serían menos conscientes de su peso, presentarían menor malestar ante episodios de sobreingesta y menor desinhibición comiendo y tendrían una menor adherencia a la dieta^{8,11,24,25}. La mayoría de los estudios sobre la autopercepción del peso corporal se han llevado a cabo en EE.UU. donde se ha comprobado que del 20-40% de las personas con sobrepeso u obesidad subestiman su peso. La estigmatización del sobrepeso y la obesidad, descritas por las personas mediante adjetivos calificativos negativos, podría suponer una limitación para que las personas que presentan sobrepeso u obesidad se perciban y definan como tal^{11,25,26}. Las mujeres parecen ser más propensas a considerarse con sobrepeso y obesidad, incluso sin estarlo, que los hombres, es decir, sobreestiman su peso con mayor frecuencia que los hombres, lo que se asocia a un mayor riesgo de adoptar conductas inadecuadas de control del peso corporal⁸. Estas conductas inadecuadas de control de peso corporal paradójicamente se asocian a un mayor riesgo de aumento del peso a largo plazo¹². Por tanto, la autopercepción adecuada del peso corporal es clave para el éxito de las estrategias de prevención puesto que, un programa cognitivo-conductual de prevención no resultará eficaz si la personas con sobrepeso u obesidad no se considera como tal, dada la baja motivación para el cambio^{8,12}. Sin embargo, no queda claro cómo la subestimación del sobrepeso y la obesidad podría influir en la conducta de los adolescentes, si bien la mayoría de los que consideran que tienen exceso de peso realizan dieta¹¹.

La percepción de la forma física es una variable poco estudiada pero que se ha sugerido como relevante en la adopción de conductas saludables. Además, la percepción de la competencia y habilidad física forman parte del constructo de la autopercepción, influyendo así en la imagen corporal, además de la percepción del peso corporal. Del mismo modo que aquellos adolescentes que presentan sobrecarga ponderal y no se consideran como tal podrían tener dificultades en la adopción de hábitos saludables para el control del peso corporal, aquellos adolescentes con un bajo nivel de actividad física que considerasen que su forma física es adecuada podrían tener una baja motivación para el aumento del nivel de actividad realizado^{27,28}.

Los objetivos del presente trabajo fueron: 1) analizar la autopercepción del peso corporal y la forma

física en adolescentes, 2) analizar la relación entre la autopercepción del peso corporal y la forma física y ciertas conductas de control de peso corporal (dieta y actividad física) y 3) analizar la relación entre la autopercepción del peso corporal y el bienestar psicosocial (nivel de autoestima, nivel de apreciación positiva del cuerpo, tendencia a la delgadez, bulimia e insatisfacción corporal).

Métodos

Participantes

Fueron invitados al estudio un total de 928 alumnos de los cuales 59 no entregaron el consentimiento informado debidamente firmado y 214 no fueron incluidos porque rechazaron participar, faltaron a clase el día de la encuesta o fueron excluidos por no haber coherencia entre las respuestas en el cuestionario internacional de actividad física y su actitud en las clases de educación física del colegio. Finalmente, participaron 655 alumnos, 313 mujeres (47.80%) y 342 hombre (52.20%), con edad media de 16.22 ± 4.58 años.

Instrumentos

Autopercepción del estado ponderal

Se valoró mediante la pregunta "Con relación a tu peso ¿cómo consideras que es tu situación actual?", siendo las posibles respuestas "muy por debajo de mi peso", "ligeramente por debajo de mi peso", "más o menos en mi peso", "ligeramente por encima de mi peso", "muy por encima de mi peso".

Se consideró como subestimación aquellos participantes que estando en normopeso se consideraron como "ligeramente por debajo de mi peso" o "muy por debajo de mi peso" y aquellos que teniendo sobrepeso-obesidad se consideraron como "muy por debajo de mi peso", "ligeramente por debajo de mi peso" o "más o menos en mi peso". Se consideró como sobreestimación aquellos participantes que, estando en bajo peso se consideraron como "más o menos en mi peso", "ligeramente por encima de mi peso" o "muy por encima de mi peso" y aquellos que estando en normopeso se consideraron como "ligeramente por encima de mi peso" o "muy por encima de mi peso". Se consideró como adecuada percepción aquellos que estando en bajo peso se consideraron como "ligeramente por debajo de mi peso" o "muy por debajo de mi peso", aquellos que estando en normopeso se consideraron como "más o menos en mi peso" y aquellos que estando en sobrepeso-obesidad se consideraron como "ligeramente por encima de mi peso", "muy por encima de mi peso".

Autopercepción de la forma física

A los participantes se les preguntó “Con relación a tu forma física, ¿cómo consideras que es tu situación actual?”, siendo las posibles respuestas “Mala”, “Regular”, “Normal”, “Buena”, “Excelente”.

Se consideró como adecuada percepción aquellos participantes que realizando un nivel de actividad física moderado o elevado consideraron su forma física como “normal”, “buena” o “excelente” y aquellos que realizando un nivel de actividad física bajo consideraron su forma física como “mala” o “regular”. Se consideró como subestimación aquellos que realizando un nivel de actividad física moderado-elevado, consideraron su forma física como “regular” o “mala” y como sobreestimación aquellos que realizando un nivel de actividad física bajo consideraron su forma física como “normal”, “buena” o “excelente”.

Realización de dieta

Se recogió si los participantes estaban haciendo dieta en el momento de la encuesta (sí/no), los motivos que le habían llevado a realizar dieta (razones estéticas, salud, excluyendo la pérdida de peso, o pérdida de peso exclusivamente), el origen de la dieta (prescrita o auto-impuesta) y si tenían intención de realizar dieta en un futuro (sí/no) o si pensaban que la harían por razones estéticas previo a una situación concreta (celebración, fiestas locales, verano, etc.).

Índice de Masa Corporal (IMC)

Se calculó mediante la relación de peso (kg) dividido por la altura al cuadrado (m^2) y se recogió tanto el IMC auto-informado como el objetivo. Para el IMC objetivo se utilizó un bioimpedanciómetro tetrapolar con 50KHz de frecuencia y 500 μA (TANITA TBF-410®) con 0.1kg de precisión y capacidad de 0-200kg y un tallímetro de precisión milimétrica con capacidad de 60-200cm (SECA 220®). Se solicitó a los participantes llevar ropa ligera (camiseta de mangas cortas y pantalón corto) el día de las medidas a fin de minimizar el error por la ropa. Se descontó 1kg de peso por la ropa a cada individuo. Las medidas de peso y talla se realizaron con el individuo descalzo en posición estándar.

Cuestionario Internacional de Actividad Física (versión corta)- IPAQ-

Se empleó el cuestionario internacional sobre actividad física que recoge el tiempo empleado en actividades como andar, de moderada-vigorosa intensidad, de intensidad vigorosa y en actividades sedentarias. Las propiedades psicométricas del cuestionario en versión

corta son 0.65 fiabilidad y adecuada validez con adecuada coherencia frente a la forma extensa ($r = 0.67$, 95% IC: 0.64-0.70).

Una vez analizados los resultados del cuestionario los profesores de educación física de los centros se encargaron de excluir aquellos cuyas respuestas no coincidían con la actitud en las clases de educación física.

Escala de autoestima de Rosenberg- SES-

La escala comprende 10 ítems con respuesta tipo Likert. Cuanto más alta sea la puntuación mayor nivel de autoestima presenta el informante. La versión española ha mostrado adecuadas consistencia interna (coeficiente de Cronbach = 0.87), fiabilidad test-retest ($r = 0.72$) y validez.

Escala de apreciación corporal- BAS-

Instrumento de 13 ítems para analizar los aspectos positivos sobre la imagen corporal. La versión española presenta una adecuada consistencia interna (coeficiente de Cronbach = 0.91).

Inventario de trastornos alimentarios-2- EDI-2-

Inventario que contiene 11 subescalas relacionadas con la sintomatología de los trastornos de la conducta alimentaria. En el presente trabajo se analizaron las escalas específicas de insatisfacción corporal (BD), bulimia (B) y tendencia a la delgadez (DT), que evalúan la insatisfacción con la forma corporal o la figura (presente en muchos jóvenes), episodios de sobreingesta y exagerada preocupación por el peso y miedo a ganarlo, respectivamente. El resto de escalas no se analizaron puesto que el objeto del trabajo no fue evaluar presencia de trastornos de la conducta alimentaria sino la autopercepción del peso y la forma física en relación al bienestar. La consistencia interna de estas subescalas está entre 0.65-0.93 y la fiabilidad test-retest entre 0.41-0.97.

Diseño y procedimiento

Los participantes en el estudio se escogieron mediante muestreo no probabilístico intencional y quedó invitado a participar todo el alumnado de dos centros de educación secundaria obligatoria de Sevilla (uno público y uno privado), a fin de que quedasen representados todos los estratos socio-económicos.

Dado que la época de exámenes es considerado un periodo de elevado estrés para el alumnado y que el estrés puede influir en la autopercepción de algunos indicadores de salud de las personas, el trabajo se realizó en la semana previa a las vacaciones de Navidad

y la semana tras las vacaciones, no coincidiendo en ninguno de los casos con periodos de exámenes o evaluación.

Cuatro dietistas-nutricionistas adecuadamente entrenadas en antropometría para estudios epidemiológicos fueron las responsables de obtener las medidas antropométricas del alumnado y una psicóloga, una dietista-nutricionista y el tutor del aula fueron los responsables de supervisar la cumplimentación de los cuestionarios por parte de los participantes.

Los cuestionarios se cumplimentaron de forma colectiva en un aula que reunía las características óptimas de luz, espacio y sonido para la cumplimentación de cuestionarios. Las medidas antropométricas se recogieron de manera individual en una habitación con adecuadas características de intimidad, luz y temperatura.

Tras la evaluación de los datos se proporcionó a los centros un documento con los resultados generales a fin de informar a los participantes acerca de la importancia de la autopercepción en la salud.

Normas éticas

El protocolo del trabajo fue aprobado por el director del Instituto de Ciencias de la Conducta de Sevilla tras haber sido aprobado en primer lugar, por los Directores de los centros escolares participantes y, en segundo lugar, sometido a votación en el consejo escolar por parte del profesorado.

El protocolo del trabajo se realizó en cumplimiento de las normas éticas del Comité de Investigación correspondiente a la Declaración de Helsinki y tras obtener los correspondientes consentimientos informados firmados por los padres o tutores legales del alumnado (en el caso de los menores) y de los participantes en caso de ser mayores de edad. En todos los casos la participación fue voluntaria sin compensación alguna por dicha participación.

Análisis estadísticos

Todos los datos fueron tratados de manera anónima para su evaluación. Se realizaron análisis descriptivos para las valorar características de la muestra. Las diferencias entre variables categóricas se analizaron mediante análisis de proporciones (Chi-cuadrado). Las diferencias entre las distintas variables se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA), tras haber analizado la normalidad en la distribución de las variables mediante el test de Kolmogorov-Smirnoff. Para todos los análisis se estableció el nivel de significación estadística como $p < 0.05$. Los análisis se realizaron mediante el paquete informático de análisis estadísticos SPSS v20 para MAC (IBM-España, Madrid, España).

Resultados

El estado ponderal de los participantes se clasificó según criterios de la OMS en bajo peso (IMC < 18.5 o $P < 5$), normopeso (IMC = $18.5-24.9$ o $P = 5-84.9$) y exceso de peso (IMC > 25 o $P > 85$)³⁴. La mayoría de los participantes se encontraban en normopeso ($N = 403$; 61.50%), 152 en bajo peso (23.20%) y 100 en exceso ponderal (sobrepeso y obesidad 15.30%).

El nivel de actividad física se clasificó según los criterios de evaluación del cuestionario internacional de actividad física en bajo, moderado y alto, resultando que 188 presentaron un nivel de actividad física bajo (28.70%), 386 moderado (58.93%) y 81 elevado (12.36%).

Autopercepción del estado ponderal y de la forma física

El IMC auto-informado correlacionó significativamente con el IMC objetivo, obtenido a partir de las mediciones de talla y peso ($r = 0,83$; $p < 0.01$).

No hubo diferencias de género en cuanto a la autopercepción del estado ponderal de los participantes y sí en cuanto a la relación del estado ponderal real con la autopercepción del mismo ($\chi^2 = 241.55$; $p < 0.001$). De aquellos que presentaban sobrepeso u obesidad, 30.30% se percibían como “muy por encima de mi peso” y 44.40% como “ligeramente por encima de mi peso”, es decir 74.70% de los participantes con sobrecarga ponderal percibía su situación adecuadamente, mientras que el 25.30% no percibían su estado de sobrepeso-obesidad (23.30% se percibía como “más o menos en mi peso” y 2.00% como “ligeramente por debajo de mi peso”) (ver figura 1). Es decir, 33.85% de los participantes sobreestimaban su peso mientras que sólo 7.5% lo subestimaban (ver tabla 1). La mayoría de los participantes que percibían su estado ponderal como normal estando en sobrepeso u obesidad eran hombres (78.30%; $\chi^2 = 6.52$; $p < 0.01$), sin embargo, la mayoría de los que presentando un estado ponderal normal consideraban que estaban en sobrepeso u obesidad eran mujeres ($\chi^2 = 9.85$; $p < 0.01$).

En cuanto a la autopercepción de la forma física con relación al nivel de actividad, sólo el 38.80% de los participantes que tenían un nivel de actividad física bajo percibían su forma física como mala (7.60%) o regular (31.20%). La mayoría percibía que su forma física era normal (32.60%), buena (23.60%) o excelente (4.90%) (figura 2). El porcentaje de mujeres que consideraban su forma física como mala-regular fue 36.90%, mientras que 24.30% consideraron su forma física como buena-excelente. En el caso de los hombres, 20% consideró su forma física como mala-regular y 43.40% como buena-excelente, existiendo diferencias estadísticamente significativas en cuanto al género ($\chi^2 = 38.51$; $p < 0.001$).

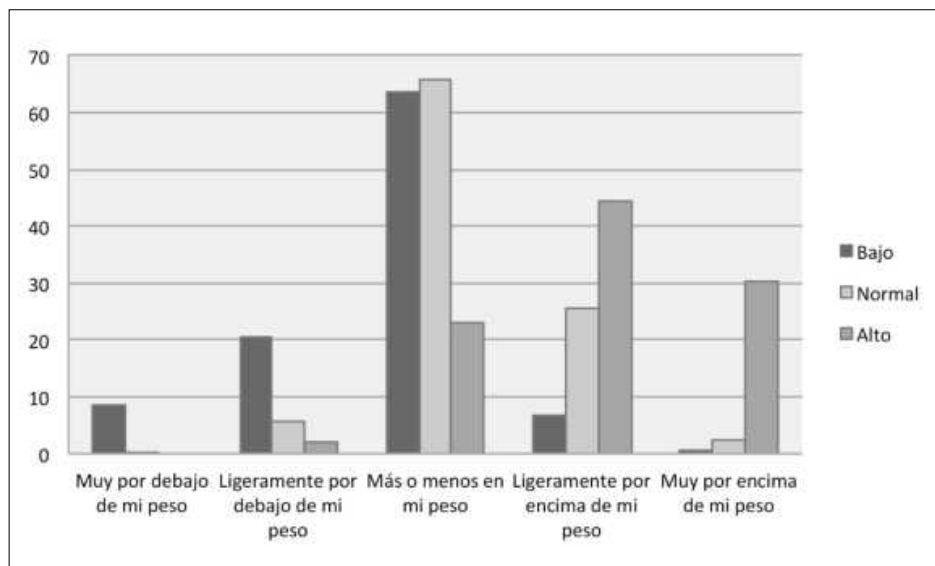


Fig. 1.—Percepción del estado ponderal en relación al IMC ($\chi^2 = 241.55$; $p < 0.001$)

Tabla I
Autopercepción del peso corporal de los participantes en relación al IMC real (% del total de cada grupo)

IMC real/ Autopercepción del peso	Subestimación	Autopercepción adecuada	Sobreestimación
Bajo	0.00%	29.00%	71.00%
Normal	5.90%	65.90%	28.20%
Alto	25.30%	74.70%	0.00%
Total (% total de participantes)	7.50%	58.65%	33.85%

$\chi^2 = 241.55$; $p < 0.001$

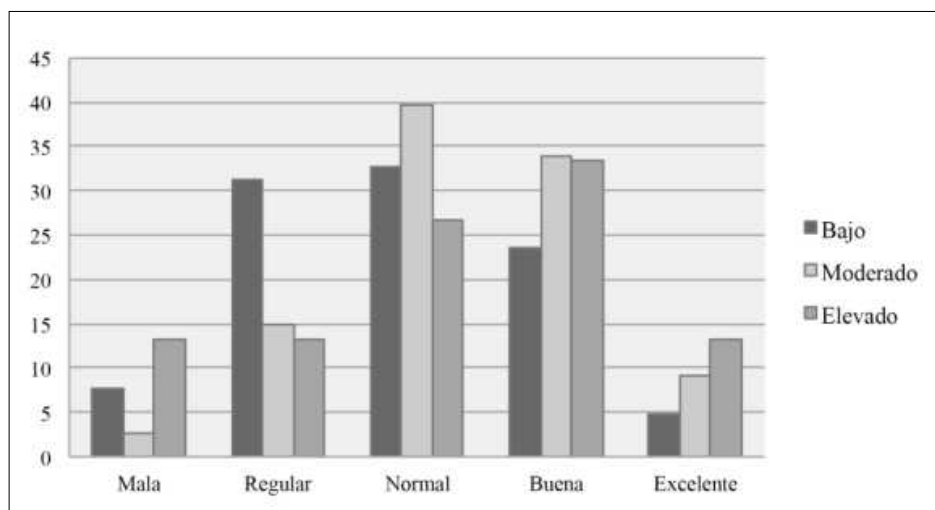


Fig. 2.—Percepción de la forma física en relación al nivel de actividad ($\chi^2 = 241.55$; $p < 0.001$)

Realización de dieta

De todos los participantes, el 29.30% estaba realizando alguna dieta en el momento de la entrevista, mientras que el 58.80% se planteaba hacerla en el futuro y el 71.60% se había planteado hacer dieta por razón estética temporal (celebración tipo boda, fiestas locales, verano, etc.).

Relacionando la realización actual de dieta con el IMC (objetivo), se obtuvo que el 70.70% de los participantes que se encontraban en sobrepeso u obesidad no estaban realizando dieta en el momento del estudio (figura 3).

El análisis de la autopercepción del peso en aquellos participantes que se encontraban en sobrepeso u obesidad y realizaban dieta en el momento de la entrevista reveló que, aunque el 34.60% y 42.30% de ellos percibía su peso como “muy por encima” o “ligeramente por encima”, respectivamente, 19.20% percibían su peso como “adecuado” y 3.80% como “ligeramente por debajo” (figura 4).

La mayoría de los participantes que, encontrándose en sobrepeso u obesidad, se planteaban hacer dieta en un futuro, percibían su peso como “ligeramente por encima” (55%) o “muy por encima” (40%). (Figura 5).

La mayoría de los participantes que estaban haciendo dieta en el momento de la entrevista (60.70%) eran mujeres ($\chi^2 = 8.63$; $p < 0.01$) y también las que se planteaban realizarla por razón estética temporal (62.40%; $\chi^2 = 38.72$; $p < 0.001$).

Bienestar psicosocial

El nivel medio de autoestima de los participantes en el estudio fue elevado (32.66 ± 5.14), sin embargo disminuía a medida que percibían un mayor peso ($F = 3.42$; $p < 0.01$) o una peor forma física ($F = 5.24$; $p < 0.001$). El nivel de apreciación positiva del cuerpo fue medio-alto (50.23 ± 9.37), aunque en ello influía

negativamente la autopercepción del peso ($F = 11.77$; $p < 0.001$) y de la forma física ($F = 18.71$; $p < 0.001$). Las puntuaciones en las subescalas DT (4.30 ± 5.20), B (1.28 ± 2.40) y BD (4.45 ± 5.67) eran bajas, aunque se encontraron algunas diferencias estadísticamente significativas respecto de la autopercepción del peso ($F = 10.52$; $p < 0.001$ en DT y $F = 354.56$; $p < 0.001$ en BD) y de la forma física ($F = 12.67$; $p < 0.001$ en DT, $F = 7.54$; $p < 0.001$ en B y $F = 18.32$; $p < 0.001$ en BD). La mayoría de los participantes presentó un nivel de actividad física moderado (480.99 ± 476.00 MET·minuto/día – MET = índice metabólico, definido como la cantidad de calor emitido por metro cuadrado de piel-), en el que no influía la percepción del peso pero sí de la forma física ($F = 5.63$; $p < 0.001$). El tiempo dedicado a diariamente a actividades sedentarias fue moderado, teniendo en cuenta el horarios escolar (388.16 ± 208.54 minutos al día) y no tuvo relación con la autopercepción de la forma física.

Específicamente, aquellos participantes que percibieron su peso como adecuado presentaron un nivel de autoestima significativamente más alto que aquellos que percibieron su peso como muy por encima (-3.18 ; $p < 0.05$). En cuanto a la puntuación en el cuestionario de apreciación corporal, aquellos participantes que consideraron su peso como muy por debajo de su peso (9.21 ; $p < 0.01$; 10.70 ; $p < 0.01$), ligeramente por debajo de su peso (9.27 ; $p < 0.001$; 10.77 ; $p < 0.001$) o más o menos en su peso (8.18 ; $p < 0.001$; 9.67 ; $p < 0.001$) mostraron una mayor apreciación positiva que aquellos que lo consideraron ligeramente por encima o muy por encima. Mostraron una menor tendencia a adelgazar (que refleja una excesiva preocupación por el peso) aquellos participantes que se percibieron muy por debajo de su peso en comparación con los que se consideraron ligeramente (-4.60 ; $p < 0.05$) o muy por encima (-6.66 ; $p < 0.01$), aquellos que consideraron que estaban ligeramente por debajo respecto a los que se consideraron ligeramente (-6.23 ; $p < 0.001$) o muy

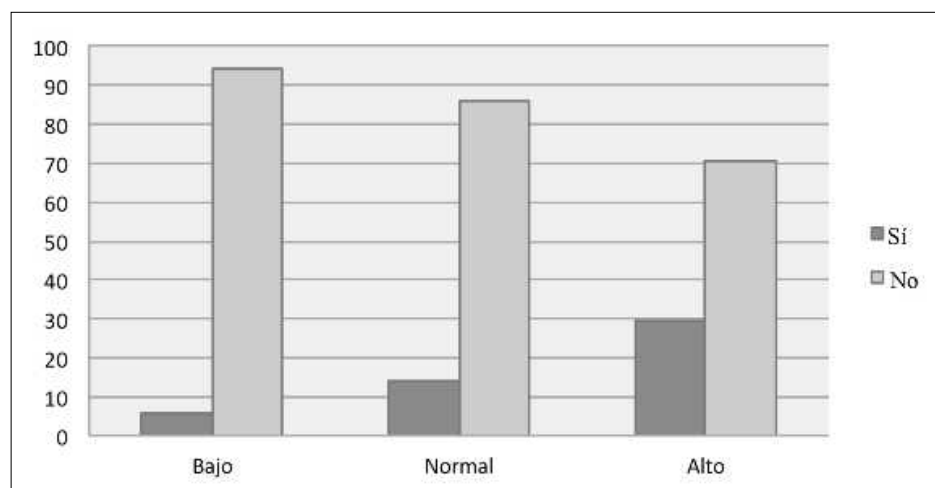


Fig. 3.—Realización de dieta en relación al IMC ($\chi^2 = 25.11$; $p < 0.001$)

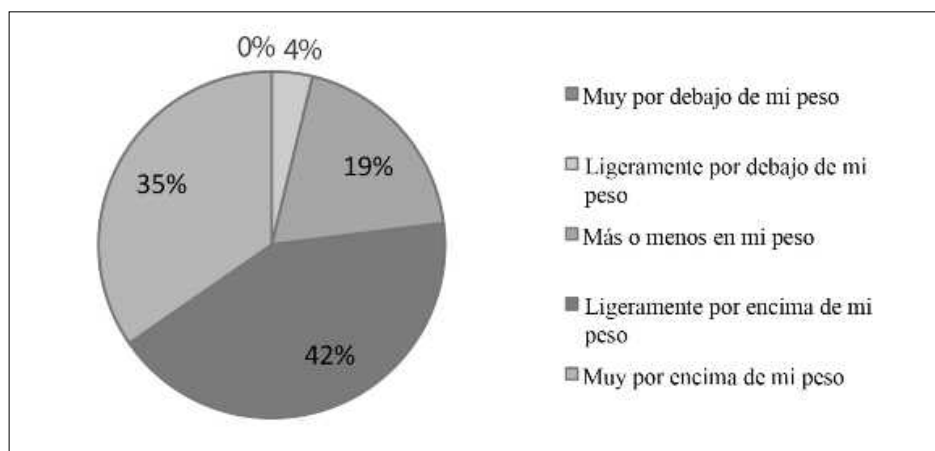


Fig. 4.—Percepción del peso en aquellos participantes que presentan sobrepeso u obesidad y realizan dieta ($\chi^2 = 50.35$; $p < 0.001$)

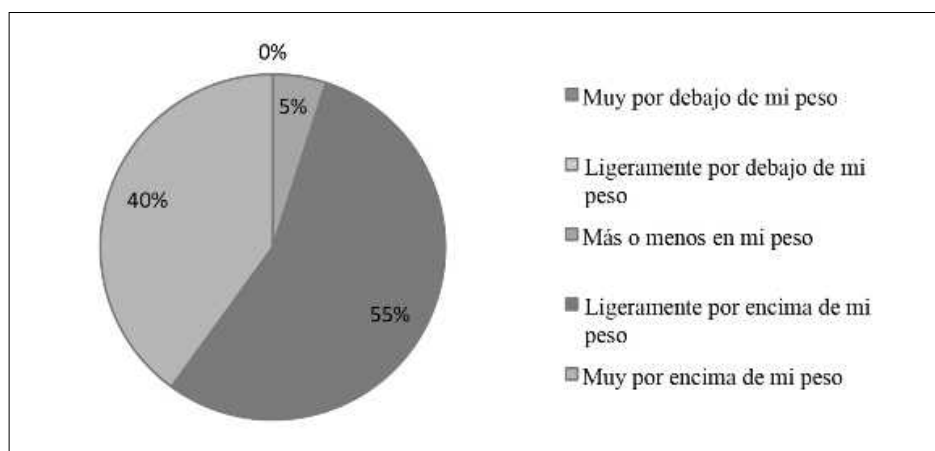


Fig. 5.—Percepción del peso en aquellos participantes que presentan sobrepeso u obesidad y se plantean realizar dieta en un futuro ($\chi^2 = 153.22$; $p < 0.001$)

por encima (-8.29; $p < 0.001$) y los que consideraron que estaban en su peso frente a los que consideraron que estaban ligeramente (-3.82; $p < 0.001$) o muy por encima (-5.87; $p < 0.001$). Presentaron una mayor puntuación en BD los que consideraron su peso muy por encima frente a los que lo consideraron muy por debajo (-7.83; $p < 0.001$), los que lo consideraron ligeramente (-5.49; $p < 0.001$) o muy por encima (-10.84; $p < 0.001$) frente a los que lo consideraron ligeramente por debajo y los que lo consideraron ligeramente (-4.96; $p < 0.001$) o muy por encima (-10.31; $p < 0.001$) en comparación con los que se consideraron en su peso (tabla 2).

El IMC objetivo influía significativamente en la subescala BD del EDI-2 ($F = 3.98$; $p < 0.05$) pero no influía significativamente en las respuestas en el resto de variables analizadas. Mientras que la autopercepción del peso influía negativamente en el nivel de autoestima ($F = 3.42$; $p < 0.01$), apreciación positiva del cuerpo ($F = 11.77$; $p < 0.001$), DT ($F = 10.52$; $p < 0.001$), B ($F = 2.66$; $p < 0.05$) y BD ($F = 15.28$; $p < 0.001$), no influyendo en el nivel de actividad física ($p > 0.05$). Sin embargo, la autopercepción del peso en relación al IMC objetivo no mostró influencias signifi-

cativas en las puntuaciones del resto de cuestionarios.

No obstante, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las distintas categorías de IMC (bajo peso, normal, alto). Aquellos con mayor IMC objetivo presentaban menores puntuaciones en el cuestionario de apreciación positiva del cuerpo respecto a los que presentaron IMC real bajo (-8.29; $p < 0.001$) o normal (-5.00; $p < 0.001$). Además, puntuaban más alto en las subescalas DT (lo que implica preocupación excesiva por el peso) y BD que los participantes con IMC normal (2.42; $p < 0.01$ y 4.99; $p < 0.001$, respectivamente) o bajo (5.14; $p < 0.001$; 6.27; $p < 0.001$, respectivamente).

En cuanto a la percepción de la forma física, aquellos que percibieron su forma física como regular realizaban menos tiempo de actividad física moderada-vigorosa que aquellos que percibieron su forma física como buena (-212.09; $p < 0.05$) o excelente (-494.04; $p < 0.001$), presentaron mayor puntuación DT que aquellos que percibieron su forma física como normal (3.38; $p < 0.001$), buena (3.37; $p < 0.001$) o excelente (5.02; $p < 0.001$), menos puntuación en la subescala de B que los que percibieron su forma física como mala (-2.77; $p < 0.01$), mayor BD que los que consideraron

Tabla II					
Puntuaciones medias en cada variable según la percepción del peso corporal y diferencias entre grupos					
Puntuación instrumentos/ Percepción peso	Muy por debajo de mi peso (a)	Ligeramente por debajo de mi peso (b)	Más o menos en mi peso (c)	Ligeramente por encima de mi peso (d)	Muy por encima de mi peso (e)
Puntuación SES	32.92±5.2	33.74±4.2	33.18±4.9 ^{c*}	31.58±5.2	30.00±5.8 ^{c*}
Puntuación BAS	53.58±6.24 ^{d**,c**}	53.65±8.12 ^{d**,c**}	52.55±7.67 ^{d**,c**}	44.37±10.11 ^{a**,b**,c**}	42.88±11.57 ^{a**,b**,c**}
Puntuación TD-EDI 2	2.50±3.85 ^{d*,c**}	0.87±1.41 ^{d**,c**}	3.29±4.39 ^{d**,c**}	7.10±5.83 ^{a**,b**,c**}	9.16±6.32 ^{a**,b**,c**}
Puntuación B-EDI 2	2.83±3.61	1.26±2.39	1.11±2.14	1.33±2.70	2.12±2.82
Puntuación IC-EDI 2	5.17±5.47 ^{e**}	2.16±2.93 ^{d**,c**}	2.69±3.84 ^{d**,c**}	7.65±6.50 ^{b**,c**,c**}	13.00±5.67 ^{a**,b**,c**,d**}
Puntuación IPAQ	554.20 ± 452.86	428.58 ± 326.70	472.79 ± 428.15	516.72 ± 556.38	456.67 ± 741.66

^aDiferencias con los que percibieron su peso muy por debajo de su peso; ^bDiferencias con los que percibieron su peso ligeramente por debajo de su peso; ^cDiferencias con los que percibieron su peso más o menos en su peso; ^dDiferencias con los que percibieron su peso ligeramente por encima de su peso; ^eDiferencias con los que percibieron su peso muy por encima de su peso
* p < 0.05; ** p < 0.01

su forma física como normal (3.16; $p < 0.001$), buena (4.21; $p < 0.001$) o excelente (5.18; $p < 0.001$) y menos que los que la consideraron mala (-4.77; $p < 0.01$), menor apreciación positiva del cuerpo que los que consideraron su forma física como normal (-6.23; $p < 0.001$), buena (-7.51; $p < 0.001$) o excelente (-10.74; $p < 0.001$) y menor nivel de autoestima que aquellos que percibieron su forma física como buena (-2.70; $p < 0.01$) o excelente (-3.83; $p < 0.01$). Los que percibieron su forma física como normal realizaron un menor tiempo de actividad física que los que la consideraron excelente (-343.36; $p < 0.01$), presentaron menor DT que aquellos que percibieron su forma física como mala (-5.45; $p < 0.001$) o regular (-3.38; $p < 0.001$), menor puntuación en la subescala de B que los que percibieron su forma física como mala (-2.77; $p < 0.001$) o excelente (-1.45; $p < 0.05$), menor BD que los que la percibieron como mala (-7.93; $p < 0.001$) o regular (-3.16; $p < 0.001$) y mayor apreciación positiva del cuerpo que los que consideraron su forma física como mala (12.20; $p < 0.001$) o regular (6.23; $p < 0.001$). Aquellos que percibieron su forma física como buena realizaban más actividad física que los que la percibieron como regular (212.09; $p < 0.05$) y los que se percibieron con una forma física excelente realizaban más actividad física que los que la consideraron regular (494.04; $p < 0.001$) o normal (343.36; $p < 0.01$). Percibir la forma física como buena supuso menor tendencia a adelgazar en comparación con los que percibieron su forma física como mala (-5.44; $p <$

0.001) o regular (-3.37; $p < 0.001$), puntuaron menos en la subescala de B que los que consideraron su forma física como mala (-2.76; $p < 0.001$) y tuvieron menor puntuación en BD que los que percibieron su forma física como mala (-8.98; $p < 0.001$) o regular (-4.21; $p < 0.001$). Aquellos que consideraron tener una forma física excelente presentaron menor BD que los que la consideraron como mala (-9.96; $p < 0.001$), además de los que la percibieron regular (anteriormente indicado). Tanto aquellos que percibieron su forma física como buena, así como las que la consideraron excelente, mostraron una mayor apreciación positiva del cuerpo que los que la consideraron como mala (13.47; $p < 0.001$ buena vs. mala; 16.71; $p < 0.001$ excelente vs. mala) y regular (7.51; $p < 0.001$ buena vs. regular; 10.74; $p < 0.001$ excelente vs. regular) y ambos presentaron un mayor nivel de autoestima que los que consideraron su forma física como regular (datos indicados anteriormente) (tabla 3).

Discusión

Un elevado porcentaje de jóvenes autopercepcionaron erróneamente su peso corporal (41.35%), coincidiendo con los resultados de otros estudios previos^{11,25,26}. Existen diferencias de género en la autopercepción del peso corporal. En el presente trabajo, resultó que las mujeres tendían a sobreestimar su peso mientras que los hombres tendían a subestimarlos.

Tabla III
Puntuaciones medias en cada variable según la percepción la forma física y diferencias entre grupos

Puntuación instrumentos/ Percepción forma física	Mala (a)	Regular (b)	Normal (c)	Buena (d)	Excelente (e)
Puntuación SES	30.86±4.79	31.27±5.35 ^{d***,c**}	32.90±5.12	33.97±4.64 ^{b**}	35.10±3.60 ^{b**}
Puntuación BAS	39.50±12.73 ^{c***,- d***,c**}	45.46±9.94 ^{c***,d***, c**}	51.70±7.83 ^{a***,b**}	52.97±7.56 ^{a**,b**}	56.21±6.49 ^{a***,b**}
Puntuación TD-EDI 2	8.71±6.315 ^{c***,- d***,c**}	6.64±5.99 ^{c***,- d***,c**}	3.26±4.57 ^{a***,b**}	3.27±3.81 ^{a**,b**}	1.62±2.46 ^{a***,b**}
Puntuación B-EDI 2	4.07±4.84 ^{b**,- c**,d**}	1.30±1.89 ^{a**}	0.86±1.82 ^{a***,c*}	1.31±2.30 ^{a**}	2.31±3.23 ^{c*}
Puntuación IC-EDI 2	11.71±8.93 ^{b***,c***,- d***,c**}	6.94±5.32 ^{a***,c***,- d***,c**}	3.78±5.12 ^{a***,b**}	2.73±3.98 ^{a***,b**}	1.76±2.80 ^{a***,b**}
Puntuación IPAQ	546.43±936.87	350.21±381.08 ^{d*,c**}	500.89±515.37 ^{c**}	562.31±409.90 ^{b*}	844.26±508.31 ^{b***, c**}
Puntuación IPAQ sedentarismo	325.71±142.60	379.12±185.35	422.47±218.98	372.32±216.42	354.10±208.54

^aDiferencias con los que percibieron su forma física como mala; ^bDiferencias con los que percibieron su forma física como regular; ^cDiferencias con los que percibieron su forma física como normal; ^dDiferencias con los que percibieron su forma física como buena; ^eDiferencias con los que percibieron su forma física como excelente

* p < 0.05; ** p < 0.01

Asimismo, existen diferencias de género en cuanto a la autopercepción de la forma física, resultando que los hombres tendían a sobreestimar su forma física en mayor medida que las mujeres. No obstante, un elevado porcentaje de jóvenes con un bajo nivel de actividad física auto-informado sobreestimaban su forma física. Este factor podría contribuir a que personas con un bajo nivel de actividad no estén motivados o hagan esfuerzos por aumentarla, ya que crean que su forma física es adecuada.

Un porcentaje muy elevado de jóvenes en situación de sobrepeso u obesidad no estaba realizando dieta en el momento del estudio, lo que sugiere una baja conciencia de enfermedad y baja motivación para emprender estrategias saludables de control del peso corporal. Además, un 23% de los jóvenes que, estando en sobrepeso u obesidad, realizaban dieta en el momento del estudio subestimaba su peso, lo que podría derivar en una menor adherencia a la dieta y los tratamientos para el sobrepeso u obesidad en los que estuviesen involucrados.

Estos datos sugieren la importancia de la autopercepción del peso en la motivación para adoptar estrategias saludables de control de peso corporal.

La mayoría de jóvenes que realizaban dieta en el momento del estudio o se planteaban realizarla en el futuro eran mujeres, que presentaron, por tanto, mayor

tendencia a la conducta de dieta restrictiva como método de control de peso corporal.

El IMC objetivo correlacionó positivamente con la insatisfacción corporal pero la autopercepción del peso corporal correlacionó con la mayoría de las variables psico-emocionales analizadas. De manera que es la autopercepción del peso, independientemente del peso real, lo que puede influir negativamente en el estado emocional de los jóvenes. Resultando que los jóvenes que presentaron sobrepeso u obesidad apreciaban menos su cuerpo que aquellos que tenían IMC más bajos.

Por otro lado, percibir una forma física como normal, buena o excelente correlacionó con tener una menor BD (EDI-2), mayor apreciación positiva del cuerpo, menor preocupación excesiva por el peso corporal (DT-EDI 2) y mayor tiempo dedicado a actividades físicas de intensidad moderada-vigorosa. Percibir una forma física buena o excelente tuvo relación positiva con el nivel de autoestima y percibir una mala forma física tuvo relación con mayor puntuación en la subescala B del EDI-2 (episodios de sobreingesta, descontrol con la comida o conductas de purga). Sin embargo, percibir una forma física excelente relacionó con mayor puntuación en esta subescala, lo que sugiere el uso de actividad física como medida de control del peso corporal o compensación de la ingesta energética.

El tiempo dedicado a actividades sedentarias no influyó en la autopercepción de la forma física de los jóvenes.

Autopercepción del peso corporal

En el trabajo realizado en Boston (EE.UU.) en adultos con sobrepeso u obesidad se preguntó a los participantes si consideraban que estaban en “sobrepeso”, “bajo peso” o “más o menos en su peso”. Se consideró subestimación aquellos que estando en sobrepeso u obesidad consideraron su estado ponderal como “bajo peso” o “más o menos en su peso”²⁴. En otro trabajo realizado en Texas (EE.UU.) se evaluó la autopercepción del peso corporal mediante la pregunta “¿Cómo describirías tu peso?”, y las opciones de respuesta fueron “muy bajo peso”, “ligeramente bajo peso”, “más o menos en el peso adecuado”, “ligeramente sobrepeso”, “muy en sobrepeso”. Estas respuestas se resumieron en dos categorías “sobrepeso” que incluía las dos respuestas de sobrepeso y “peso normal” que incluía las dos respuestas de bajo peso y la de peso adecuado. Las mujeres se clasificaron en 4 categorías: sobrepeso que subestiman (teniendo sobrepeso u obesidad se consideran en bajo peso o normal), sobrepeso que se autopercibían bien (se describieron como en sobrepeso), normopeso que sobreestiman (se consideraron en sobrepeso) y normopeso que se autoperciben bien (se describieron como peso adecuado o bajo peso)⁸. En otro estudio realizado en Texas y Minnesota (EE.UU.) se preguntó a las participantes “¿Qué piensas de ti mismo?” y las posibles respuestas fueron “muy bajo peso”, “ligeramente en bajo peso”, “más o menos en el peso adecuado”, “ligeramente en sobrepeso”, “muy en sobrepeso”. Se consideró sobreestimación todos aquellos que se encontraban en, al menos, una categoría menos de lo que habían considerado y el resto se consideró subestimación o autopercepción adecuada¹². En un estudio realizado en Canadá, se pidió a los participantes que escogiesen el peso que consideraban ideal y la discrepancia entre su peso real y el ideal se consideró como insatisfacción. Además, se pidió que describieran su peso actual mediante las tres opciones “peso justo”, “sobrepeso”, “bajo peso”²⁰. En el trabajo de Reino Unido los participantes debían responder sobre su percepción del peso como “muy bajo peso”, “algo de bajo peso”, “más o menos en el peso adecuado”, “algo de sobrepeso”, “mucho sobrepeso”. Se consultó cuál sería su peso ideal³⁰.

En el único trabajo realizado en España se consideró la autopercepción del peso corporal mediante la pregunta “¿Cómo te consideras respecto a tu peso?”, con las posibles respuestas “con mucho sobrepeso”, “ligeramente en sobrepeso”, “más o menos en el peso adecuado”, “ligeramente en bajo peso”, “muy en bajo peso”. Se consideró autopercepción inadecuada aquellos casos en normopeso que se consideraron en sobrepeso²⁵.

Clasificación del estado ponderal

El IMC ha demostrado tener alta especificidad y baja sensibilidad en niños para determinar el sobrepeso y la obesidad²². El IMC auto-informado correlaciona muy bien con el real¹².

En el primer trabajo, realizado en Boston (EE.UU.) se consideró la clasificación de IMC de la OMS para detectar los casos de sobrepeso u obesidad²⁴. El trabajo realizado en Texas y Minnesota se utilizó el IMC auto-informado y se transformó en percentiles específicos para la edad y el sexo¹². En el trabajo realizado en Canadá, se usó el IMC²⁰. En un trabajo de Reino Unido se usaron las medidas de peso y talla auto-informadas y se clasificó sobre la base de los criterios de IMC de la OMS³⁰.

En el trabajo realizado en España se utilizó el IMC como medida para clasificar el estado ponderal²⁵.

Nivel de actividad física

Distintos estudios han mostrado datos consistentes en cuanto a la actividad física auto-informada y menos consistentes en cuanto a los registros de alimentación¹⁷.

En un trabajo se evaluó la actividad física mediante MET obtenido a través de la frecuencia, duración e intensidad de la actividad física realizada y el tiempo dedicado a actividades sedentarias²⁴. En el trabajo realizado en Texas se preguntó a las mujeres sobre el número de días que realizaron ejercicio físico o practicaron algún deporte durante al menos 30 minutos en la última semana⁸. En el trabajo realizado en Canadá, los participantes realizaron una lista de las actividades que habían realizado en su tiempo libre en los tres últimos meses. Basándose en la necesidad energética de cada tipo de actividad (activa, moderada, inactiva) se calculó el gasto energético total²⁰.

Conductas asociadas a la autopercepción

En el primer trabajo (Boston, EE.UU.), se examinaron actitudes de pérdida de peso corporal (si querían pesar menos y si habían intentado perder peso en el último año) e ingesta alimentaria (energía aportada en el menú de un día obtenido mediante un recordatorio de 24 horas de dos días no consecutivos)²⁴. En el trabajo realizado en Texas (EE.UU.) con mujeres se utilizaron 8 cuestiones para evaluar su comportamiento durante los 30 días previos a involucrarse en un programa de pérdida o aumento de peso. Las respuestas eran dicotómicas (sí/no) y se preguntó sobre: consumo de píldoras dietéticas, polvos o líquidos para controlar el peso corporal; uso de laxantes o diuréticos; vómitos autoprovocados; saltarse comidas; comer menos; comer diferente; fumar más cigarrillos y no comer carbohidratos⁸. En el trabajo de Canadá se pidió a los participantes que enumeraran los factores que

les impedían involucrarse en actividades saludables y los participantes apuntaron a: falta de tiempo, falta de voluntad, imposibilidad/problemas de salud, demasiado cansado, demasiado costoso, demasiado estresado, demasiado difícil, otros²⁰. En el trabajo realizado en Reino Unido los participantes indicaron si “no estaban preocupados por el peso”, “observaban su peso para evitar controlarlo”, “estaban intentando perder peso”, “ninguna de las anteriores” y respondieron si habían intentado perder peso en los últimos 3 años. Aquellos que lo habían intentado respondieron “siguiendo una dieta auto-impuesta”, “siguiendo una dieta de algún libro o revista”, “usando productos sustitutivos de comidas”, “participando en una organización o club de adelgazamiento”, “solicitando consejo dietético a algún profesional de la salud”, “tomando píldoras o poniéndose inyecciones para perder peso”³⁰.

El trabajo realizado en España incluyó la escala de creencias irracionales sobre alimentación, la escala de apreciación corporal, la escala de autoestima y el cuestionario de salud general²⁵.

Limitaciones

A fin de profundizar más en el conocimiento de la influencia de la autopercepción del peso corporal en la adopción de hábitos saludables en los próximos años se debería llevar a cabo una investigación más a fondo sobre los hábitos de alimentación de los jóvenes (recordatorio de 24 horas, cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos), estrategias inadecuadas para el control de peso corporal (conductas de restricción cognitiva, ingesta descontrolada e ingesta emocional, conductas purgativas) y la práctica de actividad física (motivos de realizarla, motivación para ello, importancia que tiene en su vida, razones para no aumentar el tiempo de actividad, etc.).

Además, dado que numerosos estudios indican la baja sensibilidad del IMC en el diagnóstico del sobrepeso y la obesidad en futuros trabajos debería incluirse la medida de porcentaje de grasa corporal total en la determinación de la sobrecarga ponderal.

Dado que recientes estudios han sugerido la conducta de pesarse con frecuencia como negativa en cuanto a la adopción de hábitos de vida saludables y bienestar psicosocial, en el futuro se incluirá dicha variable a fin de clarificar su importancia e influencia en la conducta de los jóvenes en España.

Dada la influencia de la estacionalidad en la alimentación y la práctica de actividad física sería aconsejable realizar estudios longitudinales, sin embargo, como consecuencia del calendario escolar resulta complicado dedicar el tiempo suficiente al análisis de los factores influyentes la adopción de hábitos de vida saludables en los jóvenes.

Sería adecuado repetir el estudio en distintas ciudades de España y en la misma ciudad con una muestra más representativa.

Conclusiones

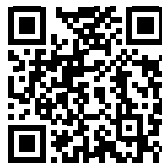
- 1) Pesarse frecuentemente para conocer el IMC real no parece una recomendación adecuada para motivar a las personas con sobrepeso u obesidad a adoptar medidas saludables de control del peso corporal, puesto que aunque el IMC auto-informado correlaciona positivamente con el IMC objetivo y muchos jóvenes perciben erróneamente su peso.
- 2) Una alta prevalencia de jóvenes sobreestima su peso corporal (33.85%), mientras que 25.30% de los jóvenes con sobrepeso u obesidad lo subestiman.
- 3) Una alta prevalencia de jóvenes (61.20%) perciben su forma física como adecuada (normal, buena o excelente) pese a que su nivel de actividad física es bajo.
- 4) Una alta prevalencia de jóvenes con sobrepeso u obesidad (70.70%) no realizan dieta.
- 5) Aunque la mayoría de los jóvenes con sobrepeso u obesidad que realizan dieta (77.00%) perciben su peso como ligeramente o muy por encima de su peso, un 23% de ellos realiza dieta considerando su peso como adecuado o por debajo.
- 6) Casi tres cuartas partes de los jóvenes (71.60%) se plantea realizar dieta temporalmente por razones estéticas, aunque la prevalencia de sobrepeso y obesidad encontrada fue del 15.30%. aquí no va bien el presente
- 7) El 95% de los jóvenes con sobrepeso u obesidad que se plantea realizar dieta en el futuro considera su peso como ligeramente o muy por encima del adecuado.
- 8) El IMC objetivo parece influir en la insatisfacción corporal, es decir, a mayor peso mayor insatisfacción corporal.
- 9) Las autopercepción del peso influye negativamente en el nivel de autoestima y el nivel de apreciación positiva del cuerpo y positivamente en la DT y BD, es decir, aquellos jóvenes que perciben su peso como excesivo presentan menor autoestima, una percepción más negativa de su cuerpo, una mayor preocupación excesiva por el peso corporal y una mayor insatisfacción corporal.
- 10) No se observan influencias de la autopercepción del peso en el nivel de actividad física.
- 11) La autopercepción de la forma física influye positivamente en el grado de satisfacción corporal, apreciación positiva del cuerpo, nivel de autoestima y tiempo dedicado a actividades moderadas-vigorosas e influye negativamente en cuanto a la tendencia a adelgazar.
- 12) Percibir la forma física como mala o excelente influye en la subescala B del EDI-2, lo que sugiere una motivación estética de la realización de actividad física en los jóvenes como control del peso corporal.

Por todo ello, los programas de prevención de sobrepeso y obesidad deberían incluir un entrenamiento en la adecuada percepción del peso y la forma física entre los jóvenes, fomentando una apreciación de su imagen corporal más positiva de manera que el nivel de autoestima, la insatisfacción corporal, la preocupación excesiva por el peso corporal y la apreciación del cuerpo mejoren, aumentando así el grado de bienestar psicosocial. Además, debería promoverse una adecuada percepción de la forma física con relación al nivel de actividad física que realizan los jóvenes a fin de promover hábitos de alimentación saludable y nivel de actividad física adecuado. Sobre la base de los resultados presentados, debería realizarse una promoción de la actividad física con motivaciones ajenas a la imagen corporal o el control del peso a fin de que jóvenes con sobrepeso u obesidad se encuentren más motivados para practicar actividad física. Los jóvenes, erróneamente, no relacionan el tiempo dedicado a actividades sedentarias con su forma física, por lo que debería promoverse un concepto de forma física más adecuado en la población joven. La exagerada promoción de las consecuencias negativas del sobrepeso y la obesidad unido a la promoción del ideal de belleza muy delgado (chicas) y musculado (chicos) genera mayor malestar emocional en los jóvenes y no resulta efectivo en la motivación de aquellos que tienen sobrepeso u obesidad para cambiar hábitos de vida.

Referencias

13. Gee S, Chin D, Ackerson L, Woo D, Howell A. Prevalence of childhood and adolescent overweight and obesity from 2003 to 2010 in an integrated health care delivery system. *J Obes.* 2013; 2013:417907. doi: 10.1155/2013/417907. Epub 2013 Jul 18.
14. Williams AJ, Henley WE, Williams CA, Hurst AJ, Logan S, Wyatt KM. Systematic review and meta-analysis of the association between childhood overweight and obesity and primary school diet and physical activity policies. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2013 Aug 22;10(1):101. doi: 10.1186/1479-5868-10-101.
15. Cousins SD, Morrison SC, Drechsler WI. Foot loading patterns in normal weight, overweight and obese children aged 7 to 11 years. *J Foot Ankle Res.* 2013 Aug 28; 6(1): 36. Doi: 10.1186/1757-1146-6-36.
16. Lee S, Kim Y. Effects of exercise alone on insulin sensitivity and glucose tolerance in obese youth. *Diabetes Metab J.* 2013 Aug; 37(4):225-32. Doi: 10.4093/dmj.2013.37.4.225.
17. Adam S, Wetstenhoefer J, Rudolphi B, Kraaibeek HK. Three- and five- year follow-up of a combined inpatient-outpatient treatment of obese children and adolescents. *Int J Pediatr.* 2013; 2013: 856743. Doi: 10.1155/2013/856743. Epub 2013 Apr 18.
18. Sylvetsky AC, Hennink M, Comeau D, Welsh JA, Hardy T, Matzigkeit L, Swan DW, Walsh SM, Vos MB. Youth understanding of healthy eating and obesity: a focus group study. *J Obes.* 2013;2013:670295. doi: 10.1155/2013/670295. Epub 2013 Jul 17.
19. Parízková J, Rovillé-Sausse F, Molnár D. Interdisciplinary aspects of childhood obesity and physical fitness. *J Obes.* 2013;2013:828463. doi: 10.1155/2013/828463. Epub 2013 Jun 3.
20. Rahman M, Berenson AB. Self-perception of weight and its association with weight-related behaviors in young, reproductive-aged women. *Obstet Gynecol.* 2010 Dec;116(6):1274-80. doi: 10.1097/AOG.0b013e3181fd47.
21. Yang Y, Goldhaber-Fiebert JD, Wein LM. Analyzing Screening Policies for Childhood Obesity. *Manage Sci.* 2013 Apr 1;59(4):782-795.
22. Øen G, Stormark KM. Participatory action research in the implementing process of evidence-based intervention to prevent childhood obesity: project design of the "Healthy Future" study. *J Obes.* 2013;2013:437206. doi: 10.1155/2013/437206. Epub 2013 Jul 17.
23. Edwards NM, Pettingell S, Borowsky IW. Where perception meets reality: self-perception of weight in overweight adolescents. *Pediatrics.* 2010 Mar;125(3):e452-8. doi: 10.1542/peds.2009-0185. Epub 2010 Feb 8.
24. Pasch KE, Klein EG, Laska MN, Velazquez CE, Moe SG, Lytle LA. Weight misperception and health risk behaviors among early adolescents. *Am J Health Behav.* 2011 Nov;35(6):797-806.
25. Wilson A, Magarey A, Mastersson N. Reliability of questionnaires to assess the healthy eating and activity environment of a child's home and school. *J Obes.* 2013;2013:720368. doi: 10.1155/2013/720368. Epub 2013 Jul 1.
26. Evaluación y seguimiento de la estrategia NAOS: conjunto mínimo de indicadores. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Madrid, 2013. Disponible en: <http://www.observatorio.naos.aesan.mssi.gob.es/web/indicadores/indicadores.shtml>.
27. Este documento debe citarse: Evaluación y seguimiento de la estrategia NAOS: conjunto mínimo de indicadores. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Madrid, 2013. Disponible en: <http://www.observatorio.naos.aesan.mssi.gob.es/web/indicadores/indicadores.shtml>.
28. Schoffman DE, Turner-McGrievy G, Jones SJ, Wilcox S. Mobile apps for pediatric obesity prevention and treatment, healthy eating, and physical activity promotion: just fun and games?. *Transl Behav Med.* 2013 Sep;3(3):320-5. doi: 10.1007/s13142-013-0206-3.
29. Katzmarzyk PT, Barreira TV, Broyles ST, Champagne CM, Chaput JP, Fogelholm M et al. The International Study of Childhood Obesity, Lifestyle and the Environment (ISCOLE): design and methods. *BMC Public Health.* 2013 Sep 30;13:900. doi: 10.1186/1471-2458-13-900.
30. Spence M, Livingstone MB, Hollywood LE, Gibney ER, O'Brien SA, Pourshahidi LK, Dean M. A qualitative study of psychological, social and behavioral barriers to appropriate food portion size control. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2013 Aug 1;10:92. doi: 10.1186/1479-5868-10-92.
31. Teder M, Mörelus E, Nordwall M, Bolme P, Ekberg J, Wilhelm E, Timpka T. Family-based behavioural intervention program for obese children: an observational study of child and parent lifestyle interpretations. *PLoS One.* 2013 Aug 7;8(8):e71482. doi: 10.1371/journal.pone.0071482. Print 2013.
32. Olmsted MP, McFarlane T. Body Weight and Body Image. *BMC Womens Health.* 2004 Aug 25;4 Suppl 1:S5.
33. Hjorth MF, Chaput JP, Michaelsen K, Astrup A, Tetens I, Sjødin A. Seasonal variation in objectively measured physical activity, sedentary time, cardio-respiratory fitness and sleep duration among 8-11 year-old Danish children: a repeated-measures study. *BMC Public Health.* 2013 Sep 8;13:808. doi: 10.1186/1471-2458-13-808.
34. Klakk H, Chinapaw M, Heidemann M, Andersen LB, Wedderkopp N. Effect of four additional physical education lessons on body composition in children aged 8-13 years -- a prospective study during two school years. *BMC Pediatr.* 2013 Oct 17;13(1):170. [Epub ahead of print].
35. Wang Y, Wu Y, Wilson RF, Bleich S, Cheskin L, Weston C, Showell N, Fawole O, Lau B, Segal J. Childhood Obesity Prevention Programs: Comparative Effectiveness Review and Meta-Analysis [Internet]. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US); 2013 Jun. Report No.: 13-EHC081-EF. AHRQ Comparative Effectiveness Reviews.

36. Duncan DT, Wolin KY, Scharoun-Lee M, Ding EL, Warner ET, Bennett GG. Does perception equal reality? Weight misperception in relation to weight-related attitudes and behaviors among overweight and obese US adults. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2011 Mar 22;8:20. doi: 10.1186/1479-5868-8-20.
37. Jáuregui-Lobera I, Bolaños-Ríos P, Santiago-Fernández MJ, Garrido-Casals O, Sánchez E. Perception of weight and psychological variables in a sample of Spanish adolescents. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2011;4:245-51. doi: 10.2147/DMSO.S21009. Epub 2011 Jun 24.
38. Zeller MH, Ingerski LM, Wilson L, Modi AC. Factors contributing to weight misperception in obese children presenting for intervention. *Clin Pediatr (Phila)*. 2010 Apr;49(4):330-6. doi: 10.1177/0009922809346571. Epub 2010 Jan 13.
39. Feltz DL, Chow GM, Hepler TJ. Path analysis of self-efficacy and diving performance revisited. *J Sport Exerc Psychol*. 2008; 30: 401-411.
40. Martin KA, Lichtenberger CM. Fitness Enhancement and Body Image Change. In *Body image: A Handbook of Theory, Research, and Clinical Practice*; Cash, T.F., Pruzinsky, T., Eds.; Guilford Press: New York, NY, USA, 2002; pp. 414-421.
41. Al Sabbah H, Vereecken CA, Elgar FJ, NAnsel T, Aasvee K, Abdeen Z, Ojala K, Ahluwalia N, Maes L. Body weight dissatisfaction and communication with parents among adolescents in 24 countries: international cross-sectional survey. *BMC Public Health*. 2009 Feb 6;9:52. doi: 10.1186/1471-2458-9-52.
42. Wardle J, Johnson F. Weight and dieting: examining levels of weight concern in British adults. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2002 Aug;26(8):1144-9.
43. Meland E, Haugland S, Breidablik HJ. Body image and perceived health in adolescence. *Health Educ Res*. 2007 Jun;22(3):342-50. Epub 2006 Sep 6.
44. Thompson JK, Shroff H, Herzoso S, Cafri G, Rodriguez J, Rodriguez M. Relations among multiple peer influences, body dissatisfaction, eating disturbance, and self-esteem: a comparison of average weight, at risk of overweight, and overweight adolescent girls. *J Pediatr Psychol*. 2007 Jan-Feb;32(1):24-9. Epub 2006 Jul 21.
45. Quick V, Larson N, Eisenberg ME, Hannan PJ, Neumark-Sztainer D. Self-weighting behaviors in young adults: tipping the scale toward unhealthy eating behaviors?. *J Adolesc Health*. 2012 Nov;51(5):468-74. doi: 10.1016/j.jadohealth.2012.02.008. Epub 2012 Apr 4.
46. World Health Organization. Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. Report of a WHO Consultation; WHO Technical Report Series 894; WHO: Geneva, Switzerland, 2000.



Original/*Obesidad*

Prevalence of cardiovascular risk factors, the association with socioeconomic variables in adolescents from low-income region

Marcus Vinícius Nascimento-Ferreira^{1,3,6}, Augusto Cesar F de Moraes^{3,4,6}, Heraclito B Carvalho^{3,6}, Luis A Moreno^{3,4}, André Luiz Gomes Carneiro⁵, Victor Manuel M dos Reis¹ and Francisco Leonardo Torres-Leal².

Victor Manuel Machado dos Reis and Francisco Leonardo Torres-Leal are senior co-authors.

¹University of Trás-os-Montes & Alto D'ouro, Vila Real, Portugal, ²Federal University of Piauí, Teresina, Brazil, ³School of Medicine of the University of Sao Paulo, Sao Paulo, Brazil, ⁴Faculty of Health Sciences of the University of Zaragoza, Zaragoza, Spain, ⁵Faculdades Unidas do Norte de Minas, Funorte, Minas Gerais, Brazil, ⁶YCARE (Youth/Child and Cardiovascular Risk and Environmental) Research Group, School of Medicine of the University of São Paulo, São Paulo, Brazil.

Abstract

Objectives: To estimate the prevalence of obesity, overweight, abdominal obesity and high blood pressure in a sample of adolescents from a low-income city in Brazil and to estimate the relationship with the socioeconomic status of the family, the education level of the family provider and the type of school.

Methods: This cross-sectional study randomly sampled 1,014 adolescents (54.8% girls), between 14-19 years of age, attending high school from Imperatriz (MA). The outcomes of this study were: obesity and overweight, abdominal obesity and high blood pressure (systolic and/or diastolic). The independent variables were: socioeconomic status (SES) of the family, education level of the family provider (ELFP) and type of school. The confounding variables were: gender, age and physical activity level. Prevalence was estimated, and the association between the endpoints and the independent variables was analyzed using a prevalence ratio (PR), with a 95% confidence interval, estimated by Poisson regression.

Results: The overall prevalence of obesity was 3.8%, overweight, 13.1%, abdominal obesity, 22.7% and high blood pressure, 21.3%. The adjusted analysis indicated that girls with high SES showed an increased likelihood to be overweight (PR=1.71 [95% IC: 1.13-2.87]), while private school boys had an increased likelihood of obesity (PR=1.79 [95% CI: 1.04-3.08]) and abdominal obesity (PR =1.64 [95% CI: 1.06-2.54]).

Conclusion: The prevalence of CVDR is high in adolescents from this low-income region. Boys from private

PREVALENCIA DE FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR, LA ASOCIACIÓN CON LAS VARIABLES SOCIOECONÓMICAS EN LOS ADOLESCENTES EN REGIÓN DE BAJA RENTA

Resumen

Objetivos: Estimar la prevalencia de obesidad y sobrepeso, obesidad abdominal y hipertensión arterial en una muestra de adolescentes pertenecientes a una ciudad de baja renta en Brasil y su relación con el nivel socioeconómico, nivel educativo de lo responsable de la familia y tipo de escuela.

Métodos: Estudio transversal con una muestra de 1014 adolescentes (54,8% chicas), con edades entre 14-19 años, estudiantes de las escuelas de la ciudad de Imperatriz (Brasil), seleccionadas por un muestreo aleatorio. Las variables dependientes evaluadas son: obesidad general y sobrepeso, obesidad abdominal, y tensión arterial alta (sistólica y/o diastólica). Las variables independientes son: nivel socioeconómico de la familia (NSO), el nivel de educación de lo responsable de la familia (NERF) y tipo de escuela. Las variables de confusión son: sexo, edad y nivel de actividad física. La prevalencia fue estimada, y la asociación entre las variables dependientes y las variables independientes se analizaron mediante razón de prevalencia (RP), con intervalo de confianza (IC) del 95%, estimado por la regresión de Poisson.

Resultados: La prevalencia de la obesidad general fue de 3,8%, sobrepeso 13,1%, obesidad abdominal 22,7% y la tensión arterial alta 21,3%. Las análisis ajustadas indicaron que las chicas con NSO alto tienen mayor probabilidad de tener sobrepeso (RP=1,71 [IC95%: 1,13 a 2,87]), y chicos de las escuelas privadas tienen más probabilidad de tener obesidad (RP=1,79 [IC95%: 1.04-3,08]) y obesidad abdominal (RP=1,64 [IC95%: 1,06 a 2,54]).

Conclusión: La prevalencia de los FRC es alta en adolescentes de una región de baja renta. Los chicos de las escuelas privadas son más propensos a tener obesi-

Correspondence: Marcus Vinicius Nascimento Ferreira.
Address: Projetada C street, number of house 60, Nova Imperatriz.
Zip code: 65907-400. Imperatriz, Maranhão, Brazil.
Email: marcus_nascimento_@hotmail.com

Recibido: 11-IV-2014.
1.ª Revisión: 1-VIII-2014.
Aceptado: 1-IX-2014.

schools are more likely to have obesity and abdominal obesity, and girls with high SES are more likely to be overweight.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:217-224)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7511

Key words: *Adolescents. Cardiovascular Risk Factors. Low-income region.*

Introducción

Cardiovascular diseases (CVD) are the leading cause of death worldwide, according to Pan-American Health Organization¹. The literature provides strong evidence that the risk factors for CVD begin to develop during childhood and adolescence^{2,3} and tend to remain³ throughout life⁴. High blood pressure is a major risk factor for CVD development, as it is present in 40.6% of CVD cases⁵, and is directly associated with excess body weight (obesity and overweight)^{6,7} and abdominal obesity⁸ in adults⁹.

Cardiovascular risk factors are associated with socioeconomic, sociodemographic and behavioral factors^{3,10,11} and may be regulated by physical activity^{7,12,13}. When compared to developed countries¹⁵, adolescents¹² in developing countries (including Brazil) have a high prevalence of cardiovascular risk factors¹⁴, which have been shown to be associated with the lower economic classes^{16,17}. However, it is unclear how the prevalence of these risk factors in adolescents is associated with socioeconomic variables within low-income populations.

Many authors state that the prevalence of cardiovascular risk factors is related to economic status^{16,17} and accelerated growth in low-income populations¹⁴. Nevertheless, it is essential to identify and understand the risk factors associated with CVD in adolescents in order to develop specific strategies to protect this population from cardiovascular complications. Therefore, the hypothesis tested here is that the prevalence of cardiovascular risk factors is associated with socioeconomic variables may differ according to the regional income.

Methods

This is a school-based cross-sectional study, with a representative sample of adolescents, aged between 14-19 years, attending regular high school. This study was approved by the Research Ethics Committee of the Federal University of Piauí (CEP/UFPI). Additionally, a cover letter and an authorization application were submitted to the institutions visited during the study.

Data were collected in 2013 (February-June) from a low-income city located in the northeast region of Brazil, with approximately 247,505 inhabitants (Imperatriz, Maranhão); the Gini index of this region is similar to Brazil (0.56), which has the third highest in-

dad y obesidad abdominal, y las chicas con NSO alto son más propensas a tener sobrepeso.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:217-224)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7511

Palabras clave: *Adolescentes. Factores de Riesgo Cardiovascular. Baja Renta.*

equality in the world¹⁸. The municipality has a population (N) of 13,335 adolescents enrolled in high school. Of these, 10,603 (79.5%) are from state public school, 424 (3.1%) from federal school and 2,318 (17.4%) from private school. The students are distributed in: 34 (57.5%) state schools, 12 (40.4%) private schools and 1 (2.1%) federal school. Where, 5,011 (37.6%) are attending the first year, 4,467 (33.5%), the second year and 3,857 (28.9%), the third year of high school¹⁹.

The sample size (n) was based on the calculation for finite samples, with a 95% confidence level, a 2% sampling error and a 5% increased blood pressure as the outcome²⁰. Ten percent (99) was added to the sample (989), in order to prevent losses and preserve the representativeness of the study. A total of 1,088 adolescents were assessed (initial sample). Stratified systematic sampling was used with the following strata: school nature (state, federal or private) and year (1st, 2nd or 3rd). To screen the students, a list was prepared with the school names in alphabetical order, from smallest to largest size, with class designation (in sequence) and alphanumeric order of the students. From the second class of the first school on, the numbers (of students) followed ascending order. Random screening followed the choice of sampling unit, the number eight, plus a constant, 12, equivalent to $k=N/n$ (13,335/1088)²⁰, used as screening range of the subsequent sampling units.

Inclusion criteria for the study were adolescents enrolled in high school, who were present for data collection, not showing orthopedic conditions (preventing anthropometric assessment), not pregnant and who properly signed an informed consent form (ICF).

Two pilot studies were conducted. All measurements were performed by a single reviewer, *Ferreira* (first author), who was assisted by three note takers. Previously, the note takers were provided with assessment forms and an 8-hour training (given by the first author) divided into two days, regarding what would be assessed and how they should proceed with the test results. The first study, comprising 118 subjects, was conducted to test and select the questionnaires to be used.

The second study, comprising 35 subjects, was conducted in two steps (one week apart) to check the reliability and reproducibility of the variables measured by the questionnaires: age, gender, socioeconomic status (SES), education level of the family provider (ELFP), level of physical activity (LPA) and school type. The results were analyzed using the *Kappa (k)* coefficient,

which indicated good-to-perfect agreement ($k=0.65-1.00$)²⁰. Both pilot studies were designed in schools not participating in the final sample.

Outcomes

Abdominal obesity. Waist circumference (WC) was measured with inelastic tape applied to the average distance between the bottom edge of the last rib and the top of the iliac crest^{21,22,23}. Measurements were taken in duplicate, and the mean values were used. The presence of abdominal obesity was assessed according to the cutoff points for gender and age²¹.

Obesity and overweight. Body mass was measured (wearing light clothing and no shoes) using the *Soehnle 7755 Professional* scale (maximum capacity: 200 kg; accuracy: 0.1 kg). Height was measured with the stadiometer embedded in the scale (accuracy: 0.01 m). Body mass index (BMI) was calculated using the body weight, in kilograms (kg), divided by height in meters (m) squared (kg/m^2). Cutoff points were adjusted for gender and age^{24,25}. Adolescents were classified as eutrophic (normal weight - not shown), overweight or obese.

High Blood Pressure. Blood pressure was measured using an electronic oscillometric device, *Omron HEM-742*, which was validated for adolescents²⁶ and provided a cuff specific for this population. Blood pressure was measured in the left arm of the subjects, who remained at rest, seated for at least 5 minutes before the measurement. After the first assessment, a two-minute interval was standardized for the second assessment. The systolic (SBP) and diastolic blood pressures (DBP) were calculated using the average of the two assessments. The cutoff points used for high blood pressure up to the age of 17 years were those recommended by the *National High Blood Pressure Education Program Working Group on Hypertension Control in Children and Adolescents*²⁷ and, for adolescents over 17 years, the cutoff points from *Alberti*⁴ were used. Adolescents were classified into normal blood pressure ($< 95^{\text{th}}$ percentile and normotensive) or high blood pressure ($\geq 95^{\text{th}}$ percentile).

Socioeconomic variables

Socioeconomic variables. The following was investigated: socioeconomic status (SES), education level of the family provider (ELFP) and the type of school (categorized as: State, Federal and Private). The socioeconomic level and education level of the family provider were assessed according to the Brazilian Economic Classification Criterion (*Critério de Classificação Econômica do Brasil [CCEB]*)^{12,28}.

Cutoff points used for the education level of the family provider were those from the *International Standard Classification of Education (ISCED)*²⁹, which

were also adopted in the subsequent SES analysis. For this study, economic classes A, B, C, D and E were considered, while the education level of the family provider was categorized as: illiterate, up to 4th year of primary school, completed primary school, completed high school and completed higher education.

Confounding variables

Confounding variables. The confounding variables of this study were gender (male or female), age (14-19) and level of physical activity (LPA). LPA was assessed using the International Physical Activity Questionnaire, validated for adolescents (IPAQ-A)^{30,31}; this diary identifies what type of physical activity – moderate to intense – is performed by the adolescent before applying the questionnaire. In this study, adolescents were classified as follows: meeting current PA recommendations (≥ 60 m/d) or not meeting current PA recommendations (< 60 m/d, sedentary)³².

Statistical analysis

The outcome normality was identified by the *Shapiro-Wilk* test. The outcomes with non-normal distributions were transformed using the *Box-Cox* method. Descriptive analysis was performed with the mean (quantitative variables), standard deviation (sd), percentage (categorical variables) and 95% confidence interval (95% CI). *Pearson's* chi-square (χ^2) test was performed to check the prevalence of the outcomes. Differences between the means were analyzed by Student's t-test (two means) and one-way ANOVA (more than two means) with *Tukey's post-hoc* test, both for unpaired samples.

The associations between the outcomes and independent variables were analyzed by calculating a prevalence ratio (PR), and the confidence interval (95%) was calculated using *Poisson* regression. A multilevel hierarchical analysis model with robust variance was adjusted at three levels: 1) age, 2) level of physical activity and 3) socioeconomic variables. Measurements of the effect (prevalence ratio) were tested for each outcome with all independent variables separately using unadjusted analysis (without covariates) and adjusted analysis (applying hierarchical model). The 95% significance level was adopted ($p < 0.05$). Data were analyzed with SPSS statistical software for Windows, version 17.0. The analyses were stratified by gender because interactions between the outcomes and gender were observed, $p < 0.01$.

Results

The number of adolescents selected from public and private schools was 831 and 183, respectively. The

loss of potential subjects, including those who refused to participate, was anticipated in the research planning and fell within the projected parameters for sample size. The study had 74 losses and/or refusals; of these, 39 adolescents were not present on the days for data collection, 4 were pregnant, and 31 did not sign the ICF, consent to complete the questionnaire or perform anthropometric assessment. Thus, the final sample (1,014 adolescents) consisted of 796 students (78.5%) from the state, 183 (18.0%) from the private and 35 (3.5%) from the federal schools, which preserved the representativeness of the population, extracted from 14 state, 6 private and 1 federal schools.

Table 1 shows the prevalence of the socioeconomic variables, confounding variables and outcomes by gender. In this study, 54.8% of the adolescents were girls

and the mean age was 16.2 years. With regard to the socioeconomic variables, the percentage of students in each SES category and school type varied significantly, with more of the study adolescents in class B and in state school. For LPA, most of the students self-reported to be active, especially the female subjects.

All of the cardiovascular risk factors assessed had high prevalence. With regard to gender, the most prevalent outcomes in females were obesity, overweight and abdominal obesity, whereas, high blood pressure was more prevalent in males.

Table 2 shows the PR for the socioeconomic variables tested for the outcomes overweight and obesity. The unadjusted analysis did not show a statistical association with any of the variables. In the adjusted model, SES was associated with overweight in the female

Table I
Socioeconomic, anthropometric characteristics and cardiovascular risk factors according to gender

Variable	Total	Male	Female	p-value*
N	1014	458 (45.2%)	556 (54.8%)	
Age, mean ±sd	16.2±1.29	16.3±1.29	16.1±1.28	0.004**
SES, n(%)				
A	87 (8.6)	45 (4.4)	42 (4.1)	
B	478 (47.1)	238 (23.5)	240 (23.7)	
C	391 (38.6)	156 (15.4)	235 (23.2)	0.003
D and E	58 (5.7)	19 (1.9)	39 (3.8)	
ELFP, n(%)				
Illiterate	71 (7.0)	23 (2.3)	48 (4.7)	
≤ 4th year Primary	153 (15.1)	62 (6.1)	91 (9.0)	
Completed Primary	187 (18.4)	83 (8.2)	104 (10.3)	0.078
Completed High School	368 (36.3)	180 (17.8)	188 (18.5)	
Completed Higher Education	235 (23.2)	110 (10.8)	125 (12.3)	
School nature, n(%)				
State	796 (78.5)	344 (33.9)	452 (44.6)	
Federal	35 (3.5)	20 (2.0)	15 (1.5)	0.048
Private	183 (18.0)	94 (9.3)	89 (8.8)	
LPA, n(%)				
≥ 60 m/d	675 (66.6)	321 (31.7)	354 (34.9)	0.018
< 60 m/d	339 (33.4)	137 (13.5)	202 (19.9)	
Cardiovascular risk factors, n(%)				
BMI – Obesity	38 (3.8)	18 (3.9)	20 (3.6)	0.179
BMI – Overweight	133 (13.1)	60 (13.1)	73 (13.1)	0.179
Abdominal obesity	230 (22.7)	84 (18.3)	146 (26.3)	0.003
High BP	216 (21.3)	121 (26.4)	95 (17.1)	<0.001
Anthropometric data and blood pressure, mean ±sd				
BMI (kg/m ²)	21.1±3.71	21.1±3.5	21.2±3.8	0.881**
WC (cm)	75.4±9.5	77.0±8.9	74.1±9.7	<0.001**
SBP (mmHg)	119.1±12.9	124.1±12.9	114.9±11.5	<0.001**
DBP (mmHg)	68.8±8.7	68.2±8.9	69.3±8.4	0.029**

*P-value for Pearson's chi-square test; **P-value for Student's t-test; SES: socioeconomic status; ELFP: education level of the family provider; LPA: level of physical activity; BMI: body mass index; WC: waist circumference; SBP: systolic blood pressure; DBP: diastolic blood pressure.

Table II
Prevalence ratio (PR) for overweight and obesity according to socioeconomic status, by gender

<i>Overweight by BMI</i>				
Independent variables	Male		Female	
	PR ⁰ (95% CI)	PR ¹ (95% CI)	PR ⁰ (95% CI)	PR ¹ (95% CI)
SES				
A	1.26 (0.14-11.42)	4.77 (0.35-64.56)	1.50 (0.51-5.12)	1.71 (1.13-2.87)
B	0.96 (0.13-6.98)	2.27 (0.23-21.80)	1.51 (0.50-3.57)	1.82 (0.45-3.21)
C	0.24 (0.02-2.56)	0.40 (0.03-5.11)	1.02 (0.45-3.23)	1.15 (0.83-2.01)
D and E	1	1	1	1
ELFP				
Illiterate	1	1	1	1
≤ 4th Primary	0.37 (0.05-2.48)	0.29 (0.04-1.99)	1.58 (0.17-14.80)	1.44 (0.14-14.37)
Completed Primary	0.28 (0.04-1.86)	0.16 (0.02-1.18)	0.92 (0.09-9.93)	0.86 (0.06-11.87)
Completed High School	0.51 (0.11-2.26)	0.24 (0.05-1.12)	2.30 (0.30-17.70)	1.89 (0.18-19.85)
Completed Higher Education	0.42 (0.08-2.15)	0.12 (0.02-0.83)	1.92 (0.23-16.01)	1.28 (0.09-17.68)
School nature				
State	1	1	1	1
Federal	1.09 (0.44-2.12)	1.50 (0.47-3.31)	1.04 (0.57-1.91)	1.11 (0.37-1.73)
Private	1.41 (0.51-3.85)	0.80 (0.28-2.26)	1.69 (0.63-4.54)	1.50 (0.52-4.27)
<i>Obesity by BMI</i>				
Independent variables	Male		Female	
	PR ⁰ (95% CI)	PR ¹ (95% CI)	PR ⁰ (95% CI)	PR ¹ (95% CI)
SES				
A	5.49 (0.77-39.04)	5.41 (0.75-38.88)	1.62 (0.51-5.12)	1.62 (0.51-5.16)
B	2.31 (0.33-16.08)	2.27 (0.32-15.90)	1.34 (0.50-3.57)	1.33 (0.50-3.51)
C	2.07 (0.29-14.70)	2.00 (0.28-14.09)	1.20 (0.45-3.23)	1.20 (0.44-3.22)
D and E	1	1	1	1
ELFP				
Illiterate	1	1	1	1
≤ 4th Primary	0.74 (0.15-3.78)	0.75 (0.15-3.79)	2.11 (0.62-7.12)	2.11 (0.63-7.11)
Completed Primary	1.52 (0.36-6.39)	1.51 (0.36-6.36)	2.46 (0.75-8.05)	2.43 (0.75-7.94)
Completed High School	1.79 (0.46-7.02)	1.87 (0.48-7.25)	2.21 (0.70-7.00)	2.19 (0.69-6.94)
Completed Higher Education	1.57 (0.38-6.39)	1.62 (0.39-6.64)	2.05 (0.62-6.71)	2.03 (0.62-6.69)
School nature				
State	1	1	1	1
Federal	1.29 (0.44-3.81)	1.45 (0.49-4.32)	1.03 (0.57-1.88)	1.01 (0.53-1.89)
Private	1.55 (0.92-2.61)	1.79 (1.04-3.08)	1.10 (0.63-1.92)	1.09 (0.60-1.95)

SES: socioeconomic status; ELFP: education level of the Family provider; PR: prevalence ratio; CI: confidence interval; ⁰: unadjusted analysis; ¹: analysis adjusted for variable age and level of physical activity; Significant associations were highlighted in **bold** ($p < 0.05$).

adolescents (1.71 [95% CI: 1.13-2.87]) from class A compared to the girls from class D and E; whereas the boys from private schools had a higher likelihood of obesity (1.79 [95% CI: 1.04-3.08]) compared to the boys in public or state schools.

Table 3 provides the PR for abdominal obesity by socioeconomic status. For this outcome, in both the unadjusted (PR: 1.66; 95% CI: 1.10-2.52) and adjusted (PR: 1.64; 95% CI: 1.06-2.54) analyses, the male adolescents from private schools were more likely to have abdominal obesity than were the boys from

public or state schools. No association between high blood pressure and the socioeconomic variables (table 4) was found.

Discussion

There was a high prevalence of cardiovascular risk factors in the adolescents from this low-income region of Brazil, irrespective of gender. In low-income regions (included Brazil), the prevalence continues to

Table III
Prevalence ratio (PR) for overweight and obesity according to socioeconomic status, by gender

	Male		Female	
	PR ⁰ (95% CI)	PR ¹ (95% CI)	PR ⁰ (95% CI)	PR ¹ (95% CI)
SES				
A	2.25 (0.74-6.84)	2.27 (0.76-6.78)	1.39 (0.71-2.72)	1.42 (0.73-2.78)
B	1.17 (0.40-3.42)	1.18 (0.41-3.39)	0.97 (0.55-1.74)	0.99 (0.55-1.76)
C	0.85 (0.28-2.59)	0.86 (0.29-2.59)	1.01 (0.57-1.80)	1.01 (0.57-1.80)
D and E	1	1	1	1
ELFP				
Illiterate	1	1	1	1
≤ 4th Primary	0.99 (0.29-3.41)	0.97 (0.28-3.37)	1.27 (0.66-2.42)	1.27 (0.66-2.42)
Completed Primary	1.39 (0.44-4.38)	1.36 (0.43-4.33)	1.06 (0.55-2.05)	1.08 (0.56-2.08)
Completed High School	1.62 (0.54-4.82)	1.59 (0.53-4.73)	1.45 (0.80-2.63)	1.47 (0.81-2.66)
Completed Higher Education	1.39 (0.45-4.30)	1.36 (0.43-4.25)	1.23 (0.66-2.30)	1.24 (0.66-2.32)
School nature				
State	1	1	1	1
Federal	1.25 (0.50-3.11)	1.24 (0.50-3.08)	0.52 (0.14-1.92)	0.53 (0.14-1.93)
Private	1.66 (1.10-2.52)	1.64 (1.06-2.54)	1.28 (0.91-1.80)	1.30 (0.92-1.85)

SES: socioeconomic status; ELFP: education level of the Family provider; PR: prevalence ratio; CI: confidence interval; ⁰: unadjusted analysis; ¹: analysis adjusted for variable age and level of physical activity; Significant associations were highlighted in **bold** ($p < 0.05$).

Table IV
Prevalence ratio (PR) for high blood pressure according to socioeconomic status, by gender

	Male		Female	
	PR ⁰ (95% CI)	PR ¹ (95% CI)	PR ⁰ (95% CI)	PR ¹ (95% CI)
SES				
A	2.25 (0.74-6.84)	2.27 (0.76-6.78)	1.39 (0.71-2.72)	1.42 (0.73-2.78)
B	1.17 (0.40-3.42)	1.18 (0.41-3.39)	0.97 (0.55-1.74)	0.99 (0.55-1.76)
C	0.85 (0.28-2.59)	0.86 (0.29-2.59)	1.01 (0.57-1.80)	1.01 (0.57-1.80)
D and E	1	1	1	1
ELFP				
Illiterate	1	1	1	1
≤ 4th Primary	0.99 (0.29-3.41)	0.97 (0.28-3.37)	1.27 (0.66-2.42)	1.27 (0.66-2.42)
Completed Primary	1.39 (0.44-4.38)	1.36 (0.43-4.33)	1.06 (0.55-2.05)	1.08 (0.56-2.08)
Completed High School	1.62 (0.54-4.82)	1.59 (0.53-4.73)	1.45 (0.80-2.63)	1.47 (0.81-2.66)
Completed Higher Education	1.39 (0.45-4.30)	1.36 (0.43-4.25)	1.23 (0.66-2.30)	1.24 (0.66-2.32)
School nature				
State	1	1	1	1
Federal	1.25 (0.50-3.11)	1.24 (0.50-3.08)	0.52 (0.14-1.92)	0.53 (0.14-1.93)
Private	1.66 (1.10-2.52)	1.64 (1.06-2.54)	1.28 (0.91-1.80)	1.30 (0.92-1.85)

SES: socioeconomic status; ELFP: education level of the Family provider; PR: prevalence ratio; CI: confidence interval; ⁰: unadjusted analysis; ¹: analysis adjusted for variable age and level of physical activity.

increase, whereas in high-income regions, the prevalence has stabilized over the past two decades¹¹. An increasing prevalence of overweight has been observed in mid- and low-income regions, making it an even greater public health challenge to the government because obesity has a high cost of treatment^{11,26,33}.

Obesity and overweight in adolescence are good predictors for cardiovascular risk factors, mainly be-

cause the habits adopted at that age tend to persist into adulthood^{10,23}. In our sample, boys and girls had a similar prevalence of obesity and overweight, which corroborates with the data available in the literature^{2,3,10,23,24}. People who are obese during childhood and adolescence are more likely to be obese during adulthood, and obese adults are at an increased risk for stroke and many chronic diseases, including coronary heart disease.

se, hypertension, type 2 diabetes, and certain types of cancer^{2,3,4,8,9}. Furthermore, in this study the girls had a higher prevalence of abdominal obesity than boys. This greater prevalence of AO may be partly explained because females have a higher percentage of body fat than males, regardless of pubertal stage²¹; while there is lack of consensus^{2,34}, the study results are generally supported by the international findings¹⁶. AO may be associated with different eating habits in females and males, and these relationships may be mediated by familial contexts²².

We found a higher prevalence of high blood pressure among adolescents, especially in boys, this finding is supported by other studies in Latin America²³. A recent study showed that the HBP in the low-income population is initiated in childhood and has a strong tendency to be perpetuated until adulthood¹¹; moreover, the same study suggested that higher fractional shortening might be the first cardiac adaptation of children leading to high blood pressure¹¹.

The coexistence or association of obesity, overweight, abdominal obesity and HBP are good predictors of the risk of developing hypertension in adolescents⁸. In general, the literature explains the high prevalence of cardiovascular risk factors in adolescents, primarily by the changes in environmental factors in the last decades, such as the patterns of dietary intake (increased consumption of simple sugars, processed foods, and insufficient intake of fruits and vegetables)^{6,22} and the patterns of physical activity (reduced physical activity and increased sedentary behavior)^{6,7,12}.

The prevalence of obesity, overweight and abdominal obesity were associated with socioeconomic factors in this study. The girls with high SES showed an increased likelihood for overweight, whereas, boys from private schools showed an increased likelihood to have obesity and abdominal obesity. In this region, the nature of the school has a strong economic bias because of the paid format; naturally, students of lower economic status are less likely to attend private schools.

This study indicates that, somehow, cardiovascular risk factors were associated with better economic status in adolescents from a low-income area¹⁷. In contrast, many studies in the literature state that in developing countries, such as Brazil, subjects with low SES show a higher prevalence of such factors¹⁶. Indeed, a recent international study showed a reduced prevalence of obesity in adolescents with high SES, whereas, in subjects with reduced SES, obesity is increased¹³.

The contribution of the socioeconomic status may be associated with the different patterns of physical activity and caloric intake found between the SES levels^{11,13,16}. The literature indicates that adolescents with a higher SES and more educated parents are more active and eat less calories, whereas children with lower incomes tend to eat more calories and to not have lifestyles that are active enough to offset their energy intake¹³. In this regard, a recent study in low-income

populations showed an increased prevalence of sedentary behavior in adolescents that was associated with increased obesity and overweight¹⁷.

Strategies to change lifestyle³⁵ and encourage physical activity are required to reduce the prevalence of cardiovascular risk factors in low-income adolescents; however, in order to achieve a more effective intervention, the socioeconomic dynamics of the population must be understood. A limiting factor of this study was its cross-sectional nature, which is unable to establish causal relationships. Another limitation of this study was the measuring tools for socioeconomic variables and the level of physical activity, which were self-reported and submitted to pre-defined scales. However, the logistics to use more accurate methods, such as direct observation, would be costly and difficult due to the epidemiological scope of this study. Studies in other low-income populations from different geographical areas or from a longitudinal perspective could be conducted to confirm these findings.

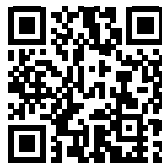
Conclusion

A high prevalence of cardiovascular risk factors was found in the adolescents in the low-income region studied. Boys from private schools were more likely to have obesity and abdominal obesity, and girls with high SES were more likely to be overweight. High blood pressure did not seem to be directly associated with socioeconomic factors in this population. The results suggest that healthy habits should be promoted in the school environment, in order to reduce the prevalence of cardiovascular risk factors in adolescence, taking into account their socioeconomic status.

References

1. PAHO. Doenças crônico-degenerativas e obesidade: estratégia mundial sobre alimentação saudável, atividade física e saúde. In: *Saúde OP-Ad*, editor. Brasília-DF; 2003.
2. Tzotzas T, Kapantais E, Tziomalos K, Ioannidis I, Mortoglou A, Bakatselos S, et al. Epidemiological survey for the prevalence of overweight and abdominal obesity in Greek adolescents. *Obesity (Silver Spring)* 2008; 16(7): 1718-1722.
3. Pan L, May A, Wethington H, Dalenius K, Grummer-Strawn L. Incidence of Obesity Among Young US Children Living in Low-Income Families, 2008-2011. *Pediatrics* 2013; 132: 1006-1013.
4. Alberti K, Eckel R, Grundy S, Zimmet P, Cleeman J, Donato K, et al. Harmonizing the Metabolic Syndrome: A Joint Interim Statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation* 2009; 120: 1640-1645.
5. Go AS, Mozaffarian D, Roger VL, Benjamin EJ, Berry JD, Borden WB, et al.; American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Heart Disease and Stroke Statistics-2013 Update: A Report From the American Heart Association, *Circulation* 2013; 127: 6-245.

6. Enes C, Slater B. Obesidade na adolescência e seus principais fatores determinantes. *Rev Bras Epidemiol* 2010; 13(1): 163-71.
7. Martínez-Gómez D, Eisenmann J, Gómez-Martínez S, Veses A, Marcos A, Veiga O. Sedentary behavior, adiposity and cardiovascular risk factors in adolescents. The AFINOS study. *Rev Esp Cardiol* 2010; 63(3):277-85.
8. Guimarães I, Almeida A, Santos A, Barbosa D, Guimarães A. Pressão Arterial: efeito do índice de massa corporal e da circunferência abdominal em adolescents. *Arq Bras Cardiol* 2008; 90(6): 393-399.
9. Trasande L, Elbel B. The economic burden placed on health-care systems by childhood obesity. *Expert Rev Pharmacoecon Outcomes Res* 2012; 12(1):39-45.
10. Christofaro D, Casonatto J, Fernandes R, Reichert F, Lock M, Guariglia D, et al. High blood pressure in adolescents of high economic status. *Rev Paul Pediatr* 2010; 28(1):23-28.
11. Bouthoorn S, Lenthe F, De Jonge F, Hofman A, Osch-Gevers L, Jaddoe V, et al. Maternal Education Level and Blood Pressure, Aortic Stiffness, Cardiovascular Structure and Functioning in Childhood: the Generation R Study. *American J Hypertension* 2014; 27(1): 89-98.
12. De Moraes A, Carvalho H, Rey-López J, Gracia-Marco L, Beghin L, Kafatos A, et al. Independent and combined effects of physical activity and sedentary behavior on blood pressure in adolescents: gender differences in two cross-sectional studies. *Plos One* 2013; 8(5): 1-10.
13. Frederick C, Snellman K, Putnam R. Increasing socioeconomic disparities in adolescent obesity. *PNAS* 2014; 111(4): 1338-1342.
14. Monteiro CA, Conde WL, Popkin BM. The burden of disease from undernutrition and overnutrition in countries undergoing rapid nutrition transition: a view from Brazil. *American J of Public Health* 2004; 94: 433-434.
15. De Moraes A, Fadoni R, Ricardi L, Souza T, Rosaneli C, Nakashima A, et al. Prevalence of abdominal obesity in adolescents: a systematic review. *Obesity Reviews* 2010; 12: 69-77.
16. Monteiro C, Moura E, Conde W, Popkin B. Socioeconomic status and obesity in adult populations of developing countries: a review. *Bull World Health Organ* 2004; 82(12): 940-946.
17. Guedes DP, Souza MV, Ferreirinha J, Silva AJ. Physical activity and determinants of sedentary behavior in Brazilian adolescents from an underdeveloped region. *Perceptual and Motor Skills* 2012; 114(2): 542-552.
18. Brasil. *Produto Interno Bruto dos Municípios 2005-2009*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009. (Cited on April 12, 2013) Available from: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2005_2009/default.shtm.
19. Maranhão. *Informe estatístico -2013/ Unidades regionais e municipais*. Secretaria do Estado de Educação do Maranhão (SEDUC-MA). 2013.
20. Pagano M, Gauvreau K. *Princípios da Bioestatística* (1ª ed). São Paulo: Thomson Learning. 2006.
21. Taylor, R, Jones, I, Williams, S, Goulding, A. Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3-19 y. *Am J Clin Nutr* 2000; 72: 490-495.
22. De Moraes A, Falcão M. Lifestyle factors and socioeconomic variables associated with abdominal obesity in Brazilian adolescents. *Annals of Human Biology* 2013; 40(1): 1-8.
23. De Moraes A, Musso C, Graffigna M, Soutelo J, Migliano M, Carvalho H, et al. Prevalence of cardiovascular risk factors among Latin American adolescents: a multilevel analysis. *J of Human Hypert* 2013; 1-4.
24. Cole T, Bellizzi M, Flegal K, Dietz W. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000; 320:1-6.
25. Cole T, Flegal K, Nicholls D, Jackson A. Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey. *BMJ* 2007; 335: 1-8.
26. Christofaro D, Fernandes R, Gerage A, Alves M, Polito M, Oliveira A. Validação do monitor de medida de pressão arterial Omron HEM 742 em adolescentes. *Arq Bras Cardiol* 2009; 92(1): 10-15.
27. National High Blood Pressure Education Program Working Group on Hypertension Control in Children and Adolescents. The Fourth Report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics* 2004; 114, 555-576.
28. Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. Critério Padrão de Classificação Econômica Brasil/2008. 2012. (cited on May 10, 2013) Available from: <http://www.abep.org>.
29. UNESCO. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. International Standard Classification of Education (ISCED) 2011. *UIS*; 2012: 1-88.
30. Guedes D, Lopes C, Guedes J. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física em adolescentes. *Rev Bras Med Esporte* 2005; 11(2): 151-158.
31. Hagstromer M, Bergman P, De Bourdeaudhuij I, Ortega FB, Ruiz JR, Manios Y, et al.; HELENA Study Group. Concurrent validity of a modified version of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ-A) in European adolescents: The HELENA Study. *International Journal of Obesity*. 2008; 32: 42-48.
32. World Health Organization (WHO). World Health Organization. Global strategy on diet, physical activity and health website. Physical activity and young people. In. Geneva. 2010.
33. Beaglehole R, Horton R. Chronic diseases: global action must match global evidence. *Lancet* 2010; 376: 1619-1621.
34. Venâncio SI, Monteiro CA. Individual and contextual determinants of exclusive breast-feeding in São Paulo, Brazil: a multi-level analysis. *Public Health Nutr* 2006; 9(1): 40-6.
35. França S, Sahade V, Nunes M, Adan L. Adherence to nutritional therapy in obese adolescents; a review. *Nutr Hospitalaria* 2013; 28(4): 988-998.



Original/*Pediatría*

Diseño y aplicación de un cuestionario de calidad dietética de los menús escolares

Beatriz de Mateo Silleras¹, María Alicia Camina Martín¹, Berta Ojeda Sainz¹, Laura Carreño Enciso¹, Sandra de la Cruz Marcos¹, José Manuel Marugán de Miguelsanz² y Paz Redondo del Río¹

¹Área de Nutrición y Bromatología, Departamento de Pediatría, Facultad de Medicina, Universidad de Valladolid, Valladolid.

²Servicio de Pediatría, Hospital Clínico Universitario, Valladolid, España.

Resumen

Introducción: El comedor escolar es el centro de comida habitual para muchos niños. Aunque actualmente se dispone de guías y recomendaciones para los menús escolares, resulta difícil evaluar su calidad dietética.

Objetivos: Diseñar un cuestionario para evaluar la calidad desde el punto de vista dietético de los menús escolares de forma rápida y sencilla.

Material y métodos: Partiendo de las recomendaciones, se ha diseñado un cuestionario (COMES) de 15 ítems que hacen referencia a la frecuencia de consumo de alimentos y otras características de los menús escolares. A continuación se realizó un estudio longitudinal prospectivo en el que se analizaron con este cuestionario 36 planillas de menús de 4 empresas de restauración colectiva que prestaban el servicio de comedor escolar en Castilla y León durante los cursos 2006-2007 a 2010-2011. Se analizaron las diferencias en función del sistema de gestión de las empresas mediante la prueba U de Mann-Whitney y el test de Kruskal-Wallis. La significación se alcanzó con una $p < 0,05$.

Resultados: Se observó un incumplimiento de la recomendación de ingesta de derivados cárnicos, lácteos y precocinados por exceso en el 97,2%, 94,4% y 27,8% de los menús analizados, respectivamente; y un incumplimiento por defecto en la ingesta de pescado, fruta, legumbre y guarniciones de verduras y hortalizas en el 83,3%, 94,4%, 91,7% y 75% de los menús, respectivamente, aunque sí cumplían las recomendaciones del consenso de comedores para todos los grupos excepto frutas y lácteos. La variedad de alimentos y de técnicas culinarias fue adecuada. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la puntuación del COMES en función del tipo de gestión ($p=0,87$), aunque se observó que el sistema de *catering* ofrece mayor calidad dietética.

Conclusiones: Se ha propuesto una herramienta que permite valorar la calidad dietética de los menús escolares de forma rápida y sencilla. La valoración de la frecuencia de consumo de los alimentos más problemáticos

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A QUESTIONNAIRE TO EVALUATE THE DIETARY QUALITY OF SCHOOL MEALS

Abstract

Introduction: The school canteen provides a substantial proportion of the daily nutritional intake for many children. There are nutritional standards for school meals, however, it is still difficult to assess the dietary quality.

Aims: To design a questionnaire for assessing the dietary quality of school meals, quickly and easily.

Methods: A dietary questionnaire (COMES) was designed on the basis of the current recommendations. COMES consist of 15 items related to the food-frequency and to other characteristics of school meals. Then, a longitudinal prospective study was performed in order to analyze, with COMES, 36 school meals of 4 catering companies from Castilla y León during the academic years 2006-2007 to 2010-2011. Differences in dietary quality menus according to the management system of catering companies (in situ vs. transported) were analyzed by using the Mann-Whitney and the Kruskal-Wallis tests. The significance was reached at $p < 0,05$.

Results: The frequency intake of meat, dairy and prepared products was higher to the recommended in 97,2%, 94,4% and 27,8% of the analyzed menus, respectively. By contrast, the frequency intake of fish, fruit, legume, and vegetable garnishes were lower to the recommended in 83,3%, 94,4%, 91,7% and 75% of menus, respectively. Nevertheless, recommendations established by our consensus document for school meals are complied for all food groups, except for dairy and fruits. The variety of foods and culinary techniques were appropriate. No significant differences were found in the COMES score according to the management system ($p=0,87$), although catering system provides higher dietary quality.

Conclusions: A new tool to assess quickly and easily the nutritional quality of school meals has been proposed. The assessment of the frequency intake of the most problematic foods for schoolchildren with this scale is much more demanding than the current recommendations. Even so, menus analyzed showed an acceptable quality in terms of variety of foods and culinary techniques, although milk frequency in the

Correspondencia: Beatriz de Mateo Silleras.
Área de Nutrición y Bromatología, Departamento de Pediatría.
Facultad de Medicina.
Universidad de Valladolid.
C/ Ramón y Cajal 7.
47005 Valladolid (España).
Mail: bdemateo@ped.uva.es, bdemateo@yahoo.com

Recibido: 30-IX-2014.

Aceptado: 3-XI-2014.

para la edad escolar con esta escala es mucho más exigente que las de las recomendaciones actuales. Aún así, los menús analizados presentaban una calidad aceptable en cuanto a variedad de alimentos y técnicas culinarias, pero una excesiva oferta de lácteos a expensas de un déficit de fruta fresca. Por otra parte, el sistema de gestión transportado (*catering* caliente y línea fría) ofrece menús más acordes con las recomendaciones dietéticas.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:225-235)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8156

Palabras clave: *Cuestionario. Menús escolares. Servicios de alimentación. Patrones alimentarios. Niños.*

Abreviaturas

AEP: Asociación Española de Pediatría.

AMPAs: Asociaciones de Padres y Madres de Alumnos.

COMES: cuestionario COMES (COMedores ESColares).

COMES-FC: subescala COMES de frecuencia de consumo.

DCACE: Documento de consenso sobre la alimentación en los centros educativos.

DCC: Dime Cómo Comes.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

r/s: raciones a la semana.

Introducción

El proceso de globalización actual ha condicionado que, en pocas décadas, se haya producido un profundo cambio en el estilo de vida y en el patrón alimentario de nuestro país, caracterizado por la oferta casi ilimitada de alimentos, el aumento del tamaño de las raciones y una baja actividad física, alejándolo de la tradicional dieta mediterránea¹, situación muy similar en adultos y niños².

Sus consecuencias se han asociado con un aumento de la incidencia de las “*enfermedades crónicas no transmisibles*”³, siendo especialmente preocupante el aumento de la prevalencia de obesidad, incluyendo la obesidad infantil. Además, el niño obeso tiene una alta probabilidad de convertirse en un adulto obeso con todas sus comorbilidades, por lo que la prevención es fundamental desde épocas tempranas del desarrollo. Los datos del estudio ALADINO⁴ evidencian que en España el exceso de peso afecta al 45,2% de los niños (26,1% con sobrepeso y 19,1% con obesidad), lo cual supone un importante problema de salud pública, datos corroborados por el Ministerio de Sanidad en 2013⁵.

Ante la magnitud del problema, la sociedad debe promover acciones preventivas desde la edad pediátrica, ya que es la etapa en la que se adquieren los hábitos alimentarios que probablemente persistan a lo largo de la vida⁶. La 57ª Asamblea Mundial de la Salud aprobó la *Estrategia Mundial sobre Régimen Alimentario, Actividad Física y Salud*⁷. En España, atendiendo a esta

menus was excessive at the expense of fresh fruit. On the other hand, the transported system (i.e. catering, both hot and cold-holding) provides menus more consistent with the dietary recommendations.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:225-235)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8156

Key words: *Questionnaire. School meals. Food services. Feeding patterns. Child.*

llamada de atención de la OMS, se puso en marcha una estrategia global para fomentar una alimentación saludable: “*la estrategia NAOS: Nutrición, Actividad física, prevención de la Obesidad y Salud*”⁸. Uno de los principales ámbitos de acción de esta estrategia es la escuela y, más concretamente, el comedor escolar.

El comedor escolar se ha convertido en la actualidad en el centro de comida habitual para muchos niños; de hecho, es el servicio complementario más demandado. Se ha constatado un continuo crecimiento del número de usuarios de este servicio educativo en los últimos años: desde el 27,6% de los 2,4 millones de alumnos de Primaria en 2007, hasta el 41% de un total de 2,8 millones de alumnos de este nivel educativo en 2012⁹. Por ello los comedores y la restauración colectiva dirigida a escolares han adquirido una especial importancia desde el punto de vista de la salud pública¹⁰.

La Asociación Española de Pediatría (AEP)¹¹ considera que los menús que ofrecen los comedores escolares en España no son equilibrados y no ayudan a que los niños aprendan a comer correctamente, ya que abusan de la carne y contienen poca fruta, verdura, legumbre y pescado. Diversos estudios han evidenciado que los niños prefieren alimentos como la pasta, el arroz, las patatas y la carne, y que generalmente rechazan las verduras y los pescados¹²⁻¹⁴.

Hasta principios del siglo XXI el marco jurídico general¹⁵ y la reglamentación autonómica que regulaba el funcionamiento del servicio de comedor escolar no incluía recomendaciones sobre aspectos dietético-nutricionales ni sobre acciones de educación nutricional^{11,16}. En el año 2005 las instituciones comenzaron a acordar una serie de recomendaciones con el objetivo de que en los comedores escolares se ofreciesen dietas equilibradas desde el punto de vista nutricional¹⁷⁻¹⁹, junto con algunas intervenciones sencillas en los centros escolares con el objetivo de promover hábitos de vida saludables¹⁸. Posteriormente, en 2010, se publicó el “*Documento de consenso sobre la alimentación en los centros educativos*”²⁰ (DCACE), donde se expusieron las recomendaciones nutricionales para las comidas escolares, entre otros aspectos. Finalmente, la Ley 17/2011, de 5 de julio, de Seguridad Alimentaria y Nutrición²¹ también contempla actuaciones en el comedor escolar.

En nuestra comunidad autónoma la Junta de Castilla y León editó diverso material con el objetivo de proporcionar información científica sencilla sobre ali-

mentación y nutrición en 2005²² y 2007²³, con recomendaciones específicas para el comedor escolar. En el año 2008 se aprobó el Decreto 20/2008, de 13 de marzo, por el que se regula el servicio público de comedor escolar en la Comunidad de Castilla y León²⁴ y la ORDEN EDU/693/2008, de 29 de abril^{25,26}, por la que se desarrolla dicho decreto.

Aunque actualmente se dispone de guías y recomendaciones sobre las características de la prestación del servicio en los comedores escolares, como las ya mencionadas del Documento de Consenso DCACE²⁰, resulta difícil evaluar su calidad dietética. Es muy importante que la familia conozca la composición de los menús ofertados en el comedor para que pueda complementarlos adecuadamente con el resto de las ingestas en el domicilio²⁷. Así, los padres reciben por escrito los menús de los niños²⁸, pero esta información no es lo suficientemente clara, y no saben interpretarla. De hecho, según el estudio realizado por la fundación Eroski en 2004²⁹, la información aportada por las planillas de menús remitidas a las familias fue insuficiente en el 60% de los casos, escasa en el 32% y contenía sólo los nombres genéricos de los platos en el 35% de las planillas evaluadas. Por otro lado, aunque en los últimos años la difusión de los menús escolares vía web puede haber contribuido a mejorar la información recibida por los padres³⁰, el problema de la mala interpretación y la no valoración de la adecuación del menú, persiste.

Esta situación justifica la necesidad de desarrollar un sistema sencillo de valoración y seguimiento de la calidad dietética de los menús que ayude a las familias y a los centros. De acuerdo con Aranceta y cols.¹⁵, las herramientas de evaluación fáciles de usar pueden ser de utilidad para su aplicación a modo de autoevaluación, y pueden ayudar a las familias a conocer cómo es la alimentación de sus hijos en el comedor y a complementar adecuadamente la alimentación en el hogar.

Por tanto, el objetivo del presente trabajo fue diseñar un cuestionario para evaluar la calidad desde el punto de vista dietético de los menús escolares de forma rápida y sencilla.

Material y métodos

Diseño de un cuestionario de evaluación de la calidad dietética de los menús escolares

Para el diseño del cuestionario se tuvieron en cuenta las recomendaciones de la Guía para los Comedores Escolares de Castilla y León²², las de la Guía Alimentaria para la población española³¹ y las del Documento de Consenso sobre la Alimentación en los Centros Educativos (Ministerio de Educación y Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad, 2010)²⁰.

El cuestionario COMES (Comedores Escolares) consta de 15 ítems: los 8 primeros hacen referencia a la frecuencia de consumo de los alimentos que se consideran más problemáticos en la edad escolar y los

siete restantes valoran otras características del menú (Tabla I). Esta herramienta es válida exclusivamente para la comida de mediodía de 5 días a la semana.

En la cumplimentación del cuestionario sólo hay dos puntuaciones posibles: 0 ó 1. Se asigna un punto a cada ítem que se responda afirmativamente, y ninguno, a los que se contesten negativamente.

La corrección del cuestionario se efectúa a partir de los resultados del análisis cualitativo de la información que figura en las planillas de menús mensuales o trimestrales y, si es posible, de las fichas de plato (donde figura, para cada plato, los ingredientes empleados en su elaboración y sus cantidades, entre otras cosas). A partir de esta información, y teniendo en cuenta los tamaños de ración recomendados para este grupo poblacional^{20,31,32}, se transforman todos los platos servidos en raciones de consumo de los distintos grupos de alimentos (patatas, verduras y hortalizas, legumbres, pasta, arroz, carnes magras, carnes grasas y embutidos, pescados, huevos,

Tabla I
Cuestionario COMES de evaluación dietética de los menús escolares

<i>Ítems</i>	<i>Puntos</i>
1. El menú ofrece pescado al menos dos veces a la semana	
2. El menú ofrece legumbres al menos dos veces a la semana	
3. El menú ofrece lácteos una vez a la semana o menos	
4. El menú ofrece fruta fresca al menos cuatro veces a la semana	
5. El menú ofrece verduras/hortalizas como plato principal al menos una vez a la semana	
6. El menú ofrece una guarnición de verduras/hortalizas al menos cuatro veces a la semana	
7. El menú ofrece alimentos precocinados o procesados menos de una vez cada quince días	
8. El menú ofrece derivados cárnicos menos de una vez cada quince días	
9. La presencia en el menú de fritos, rebozados y empanados es menor o igual de dos veces a la semana	
10. Existe una adecuada variedad de alimentos del mismo grupo	
11. Existe una adecuada variedad de preparaciones culinarias, en general y para los mismos alimentos	
12. El diseño del menú tiene en cuenta las preferencias y gustos de los niños	
13. La rotación del menú es, al menos, trimestral	
14. La planilla de menús incluye alguna información nutricional	
15. La planilla de menús incluye información sobre el pan, la bebida y/o el tipo de aceite empleado	
<i>Total</i>	

I. Consideraciones efectuadas en la estimación de la frecuencia de consumo de alimentos

En la asignación de los alimentos a los distintos grupos se aplican las siguientes consideraciones:

- (I) Se analizan por separado algunos derivados por diferir de los alimentos de partida tanto en su composición (carnes frente a derivados cárnicos), como en su utilización y/o recomendaciones (leche frente a derivados lácteos).
- (II) Se separan los cereales en el grupo “cereales” (harinas, rebozados, empanados, salsa bechamel, masas, etc.), “pan”, “pasta” y “arroz”, por ser más fácil su cuantificación para establecer la adecuación a las recomendaciones para el comedor escolar.
- (III) En el grupo de hortalizas y verduras se consideran por separado los primeros platos de las guarniciones, para poder valorar la adecuación a las recomendaciones.
- (IV) Se clasifican como:
 - Derivados cárnicos: fiambres grasos, embutidos, patés, salchichas, hamburguesas, albóndigas y, en general, productos elaborados a partir de carne picada (por contener una elevada cantidad de grasa).
 - Postres lácteos: natillas, flan, crema catalana, helados, copa de chocolate, etc.
- (V) Se consideran alimentos precocinados o procesados tanto los precocinados fritos (croquetas, empanadillas, calamares...), como los no fritos (pizza, lasaña...).
- (VI) Se consideran “fritos y rebozados” los alimentos fritos (precocinados o no) y los rebozados y empanados. En el caso de la línea fría se considera la presencia en el menú de alimentos asimilables a los fritos y rebozados (alimentos pre-fritos, etc.).

alimentos precocinados, frutas, lácteos, aceites y grasas y bollería y dulces), y éstas, en frecuencia de consumo semanal de alimentos de cada grupo (Anexo I).

También se analizan otros aspectos del menú planificado: variedad de alimentos, en general (que aparezcan alimentos de todos los grupos), y dentro de un mismo grupo (por ejemplo, que se sirvan distintos tipos de pescados, de fruta, de legumbres, de carnes...); variedad de preparaciones culinarias, en general (asado, rebozado, empanado, guisado, cocido, a la plancha, etc.), y para los mismos alimentos (que un mismo grupo de alimentos se prepare de diferentes maneras); rotación del menú (quincenal, mensual, trimestral...); alternancia en un mismo día de alimentos preferidos por los niños con otros de peor aceptación; que en la planilla de menús se incluya la cantidad y el tipo de pan, la bebida servida, el tipo de aceite utilizado, tanto para cocinar, como para aliñar ensaladas y alguna información nutricional.

Los 8 primeros ítems se responden a partir de los resultados obtenidos en el análisis de la frecuencia de consumo de alimentos semanal. El ítem 9 se puntúa como cero si la suma de fritos, rebozados y empanados es ≥ 3 . El ítem 10 se puntúa como cero si la variedad de alimentos de hortalizas y verduras, legumbres, carnes y pescados se ha calificado en más de uno de ellos como “deficiente” (Anexo II). El ítem 11 se puntúa como cero si la variedad de técnicas culinarias de hortalizas y verduras, pasta, arroz, carnes y pescados se ha calificado en más de uno de ellos como “deficiente” (Anexo II).

La puntuación final se obtiene sumando los puntos correspondientes a los 15 ítems. La calidad dietética del menú se valora como “muy deficiente” si se obtienen de 0 a 3 puntos; “mejorable” entre 4 y 7 puntos; “aceptable” de 8 a 12 puntos; y “óptima” de 13 a 15 puntos.

Este cuestionario no sólo permite valorar la calidad global del menú escolar de un determinado colegio o empresa de restauración colectiva, sino que también, cada ítem por separado, detecta las deficiencias específicas del menú.

También se puede emplear la subescala COMES-FC que evalúa la calidad de los menús respecto a la adecuación de la frecuencia de consumo de alimentos (ítems 1 a 8). En este caso, el cumplimiento de las recomendaciones del menú se valora como “muy deficiente” si se obtienen entre 0 y 2 puntos; “mejorable” entre 3 y 4 puntos; “aceptable” de 5 a 7 puntos; y “óptima” si se obtienen 8 puntos.

Aplicación del cuestionario COMES para la evaluación de los menús escolares

Con objeto de probar la herramienta diseñada, se aplicó el cuestionario COMES para valorar la calidad y adecuación de los menús servidos en centros escolares de Castilla y León. A modo de ejemplo, se realizó un estudio longitudinal prospectivo en el que se analizaron 36 planillas de menús de 4 empresas de restauración colectiva durante los cursos académicos 2006-2007 a 2010-2011 que sirvieron a entre 95 y 311 centros, en función del curso escolar.

Estas empresas servían en dos modalidades de gestión: cocina *in situ* en los propios centros escolares o sistema transportado (*catering* caliente desde 2006-07 hasta 2008-09 -los menús se elaboran en una cocina central y se transporta en caliente a los centros-, y línea fría a partir 2009-10²⁵ -los menús se elaboran en una cocina central, se refrigeran, se transportan en frío a los centros y allí se regeneran-).

Anexo II
*Crterios de valoración de la variación de alimentos y
de técnicas culinarias en las planillas de menús de los comedores escolares*

<i>Platos</i>	<i>Grupo de alimentos</i>	<i>Valoración</i>	<i>Variación dentro del grupo</i>		<i>Variación técnica culinaria</i>
Primer plato	Pasta	Óptima	>2*	>3	>4
		Aceptable	2*	3	4
		Deficiente	<2*	<2	<4
	Arroz	Óptima			>4
		Aceptable			4
		Deficiente			<4
	Verduras y hortalizas	Óptima	≥5		>3
		Aceptable	3-4		2-3
		Deficiente	<3		<2
	Legumbres	Óptima	≥4		3
		Aceptable	3		2
		Deficiente	<3		1
	Patatas	Óptima			2
		Aceptable			1
		Deficiente			0
Segundo plato	Carnes	Óptima	5-8		≥5
		Aceptable	3-4		3-4
		Deficiente	<3		<3
	Derivados cárnicos	Óptima	1		
		Aceptable	2		
		Deficiente	≥3		
	Pescados	Óptima	≥5 (b y a)		≥4
		Aceptable	3-4 (b y a)		2-3
		Deficiente	<3 (o no b y a)		<2
	Huevos	Óptima			3
		Aceptable			2
		Deficiente			1
	Precocinados	Óptima	1		
		Aceptable	2		
		Deficiente	3		
Guarnición	Hortalizas y verduras	Óptima	≥4		3-4
		Aceptable	2-3		2
		Deficiente	1		1
	Patatas	Óptima			3
		Aceptable			2
		Deficiente			1
Postre	Frutas	Óptima	≥5		
		Aceptable	4		
		Deficiente	≤3		
	Lácteos	Óptima	2		
		Aceptable	1		
		Deficiente	0		
	Postres lácteos	Óptima	0		
		Aceptable	1		
		Deficiente	2		
	Dulces, bollería, tartas...	Óptima	0		
		Aceptable	1		
		Deficiente	2		

*Mensual / Trimestral; b: pescado blanco; a: pescado azul.

Se realizó el análisis cualitativo de las planillas trimestrales de menús como se ha explicado anteriormente. A continuación se aplicaron el cuestionario COMES y la subescala COMES-FC para cada planilla trimestral de cada empresa (por tipo de gestión) en cada curso, y se calculó el valor medio.

Análisis estadístico

La puntuación del COMES y de la subescala COMES-FC se describen como media (DE). La valoración de los ítems del cuestionario por separado se expresa como porcentaje de respuesta negativa (% de incumplimiento de las recomendaciones).

La normalidad de las variables se determinó con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. A pesar de que la mayoría de las variables presentaron una distribución normal, dado el reducido tamaño muestral y la gran variabilidad de algunas variables (DE), se ha preferido emplear pruebas no paramétricas.

Las diferencias en función del sistema de gestión *in situ* frente a transportado (*catering* caliente o línea fría) se analizaron mediante la prueba U de Mann-Whitney. Para determinar si existían diferencias en la calidad de los menús escolares en función del sistema de gestión se aplicó el test de Kruskal-Wallis. La significación se alcanzó con una $p < 0,05$.

Resultados y discusión

Diseño de un cuestionario de evaluación de la calidad dietética de los menús escolares

El cuestionario COMES y los criterios de corrección se han presentado en el apartado Material y Métodos.

En los criterios de valoración del cuestionario presentado se han considerado frecuencias de consumo para los grupos de alimentos más problemáticos en la edad infantil más restrictivas que las del DCACE que, por otra parte, presentan rangos muy amplios para estos alimentos. Esto se debe a que se han considerado las recomendaciones semanales de la Guía Alimentaria para la Población Española y se han tenido en cuenta los resultados de los últimos estudios de consumo de la población española^{33,34}. Por ello, se ha considerado positiva la oferta de frecuencias de consumo para estos grupos de alimentos en el límite superior o en el centro del intervalo de las que recomienda el DCACE, con objeto de asegurar el cumplimiento de mínimos. Por otra parte, a la hora de definir el cumplimiento de las frecuencias de consumo de alimentos consideradas adecuadas en la valoración del COMES se ha tenido más en cuenta el cumplimiento de las recomendaciones alimentarias y la educación en hábitos alimentarios saludables que las preferencias y gustos de los niños exclusivamente.

Tabla II

Porcentaje de incumplimiento de las recomendaciones o de planillas con un 0 en la puntuación de los ítems del COMES referentes a la frecuencia de consumo, variedad y técnicas culinarias

Ítems COMES	Aspecto que evalúa el ítem	Porcentaje de incumplimiento	*Porcentaje de incumplimiento del Documento de Consenso ²⁰
1	Pescado	83,3	5,3
2	Legumbres	91,7	0
3	Lácteos	94,4	94,4
4	Fruta	94,4	94,4
5	Verduras como plato principal	2,8	0
6	Verduras como guarnición	75,0	47,4
7	Precocinados	27,8	—
8	Derivados cárnicos	97,2	—
9	Fritos y rebozados/empanados	41,7	—
10	Variedad de alimentos	16,7	—
11	Variedad de técnicas culinarias	11,1	—

*Cumplimiento del límite inferior del rango recomendado.
—: no hay recomendaciones.

En la actualidad sólo se ha publicado un cuestionario que evalúe la calidad dietética de los menús escolares, el del informe Eroski de 2012³⁵. Este cuestionario contiene 10 ítems que valoran la presencia de verduras como plato principal, ensalada, legumbres, pescado, fruta, variedad de las preparaciones culinarias, precocinados, variedad de guarniciones y productos lácteos y dulces. Además, propone unos criterios mínimos de 6 grupos de alimentos (verduras como plato principal, fruta, legumbres, pescado, precocinados y dulces) que, en caso de incumplimiento, penalizan respecto a la puntuación anterior. Sin embargo, la comparación de ambas herramientas resulta difícil, ya que en nuestro caso los criterios empleados son más restrictivos, puesto que se ha intentado ajustar las recomendaciones del comedor escolar a la ingesta semanal de grupos de alimentos, tal como aconseja la Guía Alimentaria para la Población Española³¹.

Aplicación del cuestionario COMES para la evaluación de los menús escolares

Descripción de los ítems de frecuencia de consumo, variedad de alimentos y técnicas culinarias

Tabla III

Comparación de la frecuencia de consumo recomendada en el Consenso de Comedores²⁰ y la observada en estudios nacionales realizados en comedores españoles

<i>Grupos de alimentos</i>	<i>Documento de Consenso²⁰</i>	<i>Aranceta et al. Bilbao 1996¹¹</i>	<i>DCC. España 2004³⁴</i>	<i>Martínez et al. Granada 2010³⁶</i>	<i>Zulueta et al. Vizcaya 2011³⁵</i>
Pasta	1 r/s		1 r/s		1,7 r/s
Arroz	1 r/s		1 r/s		
Patatas			1 r/s		0,4 r/s
Legumbres	1-2 r/s		1 r/s		1,8 r/s
Verdura	1-2* r/s	<1 r/s (rechazo 78%)	1 r/s		1,1 r/s
Carne	1-3 r/s	3-4 r/s	2 r/s	3,3 r/s	2,5 r/s
Pescado	1-3 r/s	(rechazo 86%)	1 r/s	1,3 r/s	1,4 r/s
Huevos	1-2 r/s		1 r/s	0,8 r/s	0,6 r/s
Guarnición	Patatas fritas	1-2 r/s	1-2 r/s		0,5 r/s
	Ensalada	3-4 r/s	3 r/s	2 r/s	1,7 r/s
	Verduritas		(39% no lo comían)		1 r/s
	Salsas			1 r/s	0,8 r/s
Fruta fresca	4-5 r/s	3-4 r/s	3 r/s	2,8 r/s	2,8 r/s
Lácteos	Yogur		1-2 r/s	1 r/s	
	Otros	0-1 r/s	1 r/mes	1 r/s	1,6 r/s
Precocinados, fritos			1 r/s		0,5 r/s
Dulces, bollos...		1 r/s			0,2 r/s

DCC: Dime Cómo Comes; r/s: ración a la semana. *Incluyendo las patatas.

Puesto que el análisis de los 8 primeros ítems del cuestionario permite evaluar la adecuación de los menús en cuanto a frecuencia de consumo de los alimentos más “problemáticos”, se estudió la puntuación de estos ítems individualmente, tal como figura en la Tabla II. También se incluyeron los ítems referentes a la variedad de alimentos y técnicas culinarias y la presencia de fritos, rebozados y empanados.

Destaca el incumplimiento generalizado de la recomendación de ingesta de derivados cárnicos por exceso: el 97,2% de los menús incluyen más de 1 ración cada quince días, lo que, probablemente contribuye a la reducida oferta de pescado según la valoración del COMES: el 83,3% de los menús ofrecen pescado menos de 2 veces a la semana, aunque la mayoría (94,7%) cumple las recomendaciones de mínimos del DCACE. Ninguno de los estudios más relevantes realizados en nuestro país sobre menús escolares incluye los derivados cárnicos como grupo de alimentos, sino que se cuantifican con las carnes. En nuestro caso se consideran grupos diferentes, puesto que difieren considerablemente en su composición nutricional, ya que los primeros son mucho más ricos en grasas, colesterol y sodio. En cuanto al pescado, igual que en nuestro trabajo, todos los estudios refieren una oferta de pescado inferior a 2 raciones a la semana (Tabla III).

No se cumple la recomendación mínima de ingesta de fruta (94,4% de los casos), ni según la valoración del COMES, ni según el documento de consenso DCACE, alimentos que se sustituyen por lácteos, como refleja la Tabla II (el 94,4% de las planillas incluyen más de un lácteo a la semana). En la mayoría de las planillas se ofrecen 3 frutas a la semana y 2 lácteos, cuando lo recomendado es dar 4-5 frutas y 0-1 lácteo. Los lácteos son un alimento muy importante en la dieta de los niños, pero se suelen consumir en el desayuno, merienda y cena, no en la comida principal, en la que el postre recomendado es la fruta fresca. Resultados muy similares se observan en los estudios de la Tabla III.

Aunque la oferta de legumbres se ajusta a las recomendaciones de mínimos del documento de consenso DCACE, sorprende que no se sirvan 2 raciones por semana de este grupo de alimentos en el 91,7% de los menús evaluados, puesto que es un grupo de alimentos muy económico, generalmente bien aceptado por los niños y de tradición gastronómica en nuestra Comunidad Autónoma. Seguramente su déficit se deba a la oferta de pasta y arroz observada, adecuada según el documento de consenso DCACE (e incluso por debajo de lo recomendado en él), pero excesiva según la valoración más restrictiva del COMES. La decisión de valorar positivamente en la escala COMES una menor oferta de pasta y arroz en el comedor escolar se debe a

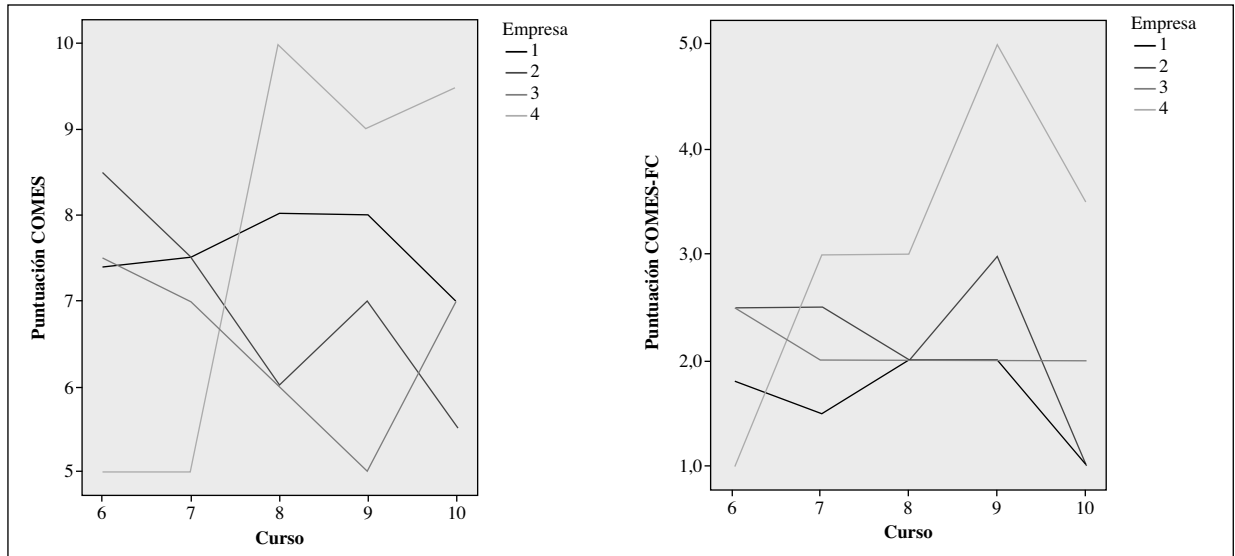


Fig. 1.—Evolución de la puntuación global del COMES y de la subescala COMES-FC de las 4 empresas durante los cursos 2006-2007 a 2010-2011.

que, si de los 5 días que los niños comen en el comedor escolar, los primeros platos planificados son una pasta, un arroz, una legumbre y una o dos verduras y/o patatas, para cumplir con las recomendaciones de legumbres y verduras y hortalizas de la Guía Alimentaria para la Población Española³¹ (2-4 raciones a la semana de las primeras y 2 raciones diarias de las segundas), los padres tendrían que preparar obligatoriamente 1-2 legumbres y 0-1 verdura el fin de semana.

Se valora positivamente que se incluye una ración semanal de verdura como plato principal en casi todos los menús (97,2% de los casos.) Sin embargo, la presencia de guarniciones de verduras y hortalizas es deficitaria: el 75% de las planillas incluye menos de 4 guarniciones de este tipo a la semana (recomendación del COMES) y el 47,4%, menos de 3 (recomendación del DCACE).

Por último, únicamente el 27,8% de los menús analizados incumple el consumo recomendado de precocinados.

Con respecto a otros trabajos, sólo el DCC³⁶ y el estudio realizado en Vizcaya³⁷ incluyen las mismas categorías de alimentos que en el nuestro. Los resultados del estudio de Vizcaya se acercan más a las recomendaciones que el DCC o que nuestro trabajo (Tabla III).

Por otra parte, se ha observado que la variedad de alimentos y de técnicas culinarias es, en general, adecuada, aunque la presencia en los menús de fritos, rebozados y empanados sigue siendo elevada (41,7% de incumplimiento de la recomendación).

Evolución a lo largo del tiempo de la puntuación total del COMES y de la subescala COMES-FC en función de la empresa de restauración colectiva

La Figura 1 muestra la evolución de la puntuación media del COMES y de la subescala de frecuencia de

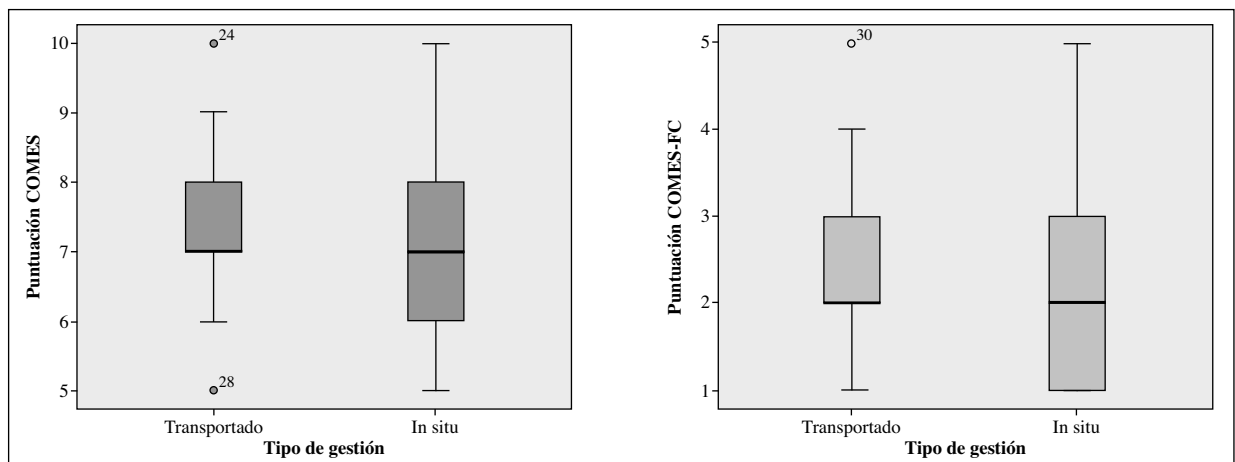


Fig. 2.—Puntuación global media del COMES y de la subescala COMES-FC de las 4 empresas durante los cursos 2006-2007 a 2010-2011 en función del tipo de gestión (transportado frente a cocina in situ).

consumo de las 4 empresas analizadas a lo largo de los 5 cursos estudiados. En ella se observan resultados muy dispares en función de la empresa.

Puesto que la metodología empleada en este estudio es una novedad y no se ha empleado hasta la actualidad, resulta difícil comparar los resultados del presente trabajo con otros estudios. Sin embargo, sí se dispone de datos sobre la evolución de la calidad dietética de los menús escolares a lo largo del tiempo, como los de la Fundación Eroski, que, desde 1998 viene analizando la calidad dietética (frecuencia de consumo de alimentos básicamente) de una media de 400 menús escolares de centros de todo el territorio nacional³⁵. En su estudio de 1998³⁹ se informó de que el 25% de los menús suspendían claramente, y sólo el 18,5% ofrecían un menú nutritivo y equilibrado. En el informe de 2004²⁹, los menús con una calidad aceptable fueron el 36%, y se mantuvieron los suspensos (24%). En 2008³⁰ se observó una clara mejoría de la calidad de los menús escolares: sólo suspendió el 14% y el 68% de los menús se consideraron con una calidad buena o muy buena. Y en su último estudio, realizado en 2012³⁵, se observó un empeoramiento importante de la calidad, y se documentó que uno de cada tres menús presentaba carencias dietéticas.

Es muy probable que la mejora en la calidad observada entre 2004 y 2008 se deba a la aparición de recomendaciones nacionales para los comedores escolares^{17-19,22}, y, en nuestra Comunidad, a la preocupación continua de la Junta de Castilla y León por mejorar la calidad de los menús servidos en sus centros escolares desde 2005²²⁻²⁶, como ya se ha comentado. Por otra parte, la reducción de la calidad dietética observada en 2012 por la Fundación Eroski, y en 2010-2011 en nuestro estudio, podría estar relacionada con la crisis económica sufrida en nuestro país en los últimos años y su repercusión en todos los sectores empresariales.

La subescala COMES-FC muestra un comportamiento más parecido al observado por la Fundación

Eroski que el COMES global. Esto es debido a que la subescala de frecuencia de consumo analiza aspectos similares a los de la Fundación Eroski, mientras que el COMES incluye la valoración de otros aspectos de la planificación que no se recogen en otros estudios, y que no están tan afectados por la crisis económica (variedad de técnicas culinarias, información incluida en las planillas, etc.).

Puntuación total del COMES y de la subescala COMES-FC en función del tipo de gestión

Dadas las diferencias culinarias y gastronómicas de los sistemas de restauración transportados (*catering* caliente y línea fría) y de la cocina *in situ*, se estudió si existían diferencias en la planificación de los menús de ambas modalidades de gestión mediante la puntuación del COMES y de la subescala COMES-FC.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la puntuación media del COMES [7,47 (1,3) puntos vs. 7,29 (1,5) puntos] ni del COMES-FC [2,42 (1,1) puntos vs. 2,24 (1,2) puntos] en función de si la gestión era transportado o cocina *in situ* ($p=0,78$ y $p=0,59$), respectivamente. Con el COMES se catalogó como aceptable la calidad de los menús evaluados, a pesar de los criterios tan restrictivos que maneja. Si se valoraran los mismos ítems con las recomendaciones del DCACE, se obtendrían puntuaciones globales mayores (entre 2 y 2,5 puntos más; Tabla II). Sin embargo, con la subescala de frecuencia de consumo la calidad se consideró mejorable, lo que pasaría a aceptable si se valorase con el DCACE.

La Figura 2 ofrecen una información muy interesante, ya que evidencia que, tanto para el COMES como para la subescala COMES-FC, los sistemas transportados presentan mejor calidad dietética que la cocina *in situ*. Aunque los valores de las medianas de la puntuación de los 2 tipos de sistema de gestión son similares,

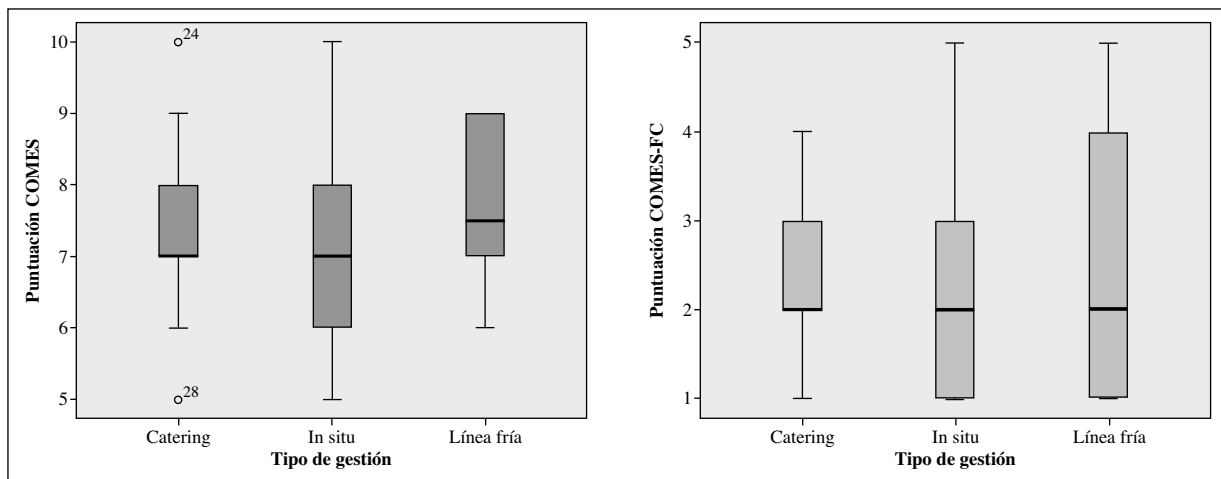


Fig. 3.—Puntuación global media del COMES de las 4 empresas durante los cursos 2006-2007 a 2010-2011 en función del tipo de gestión.

en el sistema *in situ* se observa mayor variabilidad en las puntuaciones, mientras que en el transportado la dispersión es menor, y el 50% de los valores se encuentra por encima de la mediana.

Al comparar la puntuación de los 3 sistemas de gestión (cocina *in situ*, transportado en caliente y línea fría), tampoco se observaron diferencias estadísticamente significativas en la puntuación del COMES [7,29 (1,5) puntos; 7,38 (1,3) puntos; y 7,67 (1,2) puntos, respectivamente] ($p=0,87$), ni en la puntuación de la subescala COMES-FC [2,24 (1,2) puntos; 2,38 (0,7) puntos; y 2,50 (1,6) puntos, respectivamente] ($p=0,82$).

Igual que en el caso anterior, la Figura 3 sugiere que el sistema de gestión *in situ* es el que presenta la mayor dispersión de los datos, mientras que los dos sistemas transportados muestran el mismo rango de valores, aproximadamente. En cuanto a los valores de la subescala de frecuencia de consumo, el sistema de *catering* es claramente el que ofrece mayor calidad dietética, con el 50% de sus valores por encima de la mediana, y no demasiada dispersión.

Los resultados anteriores también indican que la incorporación de la línea fría como sistema de gestión no sólo no produjo una reducción de la calidad dietética de los menús escolares, como creían algunos sectores de la población, sino que se mostró mejor que el sistema de cocina *in situ*.

En conclusión, en el presente estudio se propone una herramienta que permite valorar la calidad dietética de los menús escolares de forma rápida y sencilla. Su aplicación a los menús de 4 empresas de restauración colectiva puso de manifiesto que ninguna cumplía las estrictas recomendaciones de frecuencia de consumo exigidas con la escala COMES para los alimentos considerados como “problemáticos” para los escolares: legumbres, pescado, frutas, guarniciones de verduras, por defecto, y derivados cárnicos y lácteos, por exceso, aunque sí que cumplían las recomendaciones del consenso de comedores (DCACE) para todos los grupos, excepto para frutas y lácteos. Los menús estudiados presentaban una calidad aceptable en cuanto a variedad de alimentos y técnicas culinarias y presencia de precocinados y fritos, rebozados y empanados. Por otra parte, se ha observado que el sistema de gestión transportado (*catering* caliente y línea fría) ofrece menús más acordes con las recomendaciones dietéticas que el sistema de cocina *in situ*, y que, en este caso, la incorporación de la línea fría como sistema de gestión no alteró la calidad dietética de los menús escolares.

Agradecimientos

El presente trabajo se ha realizado gracias a un Contrato de Investigación al amparo de un Convenio de Colaboración entre la Universidad de Valladolid y la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León.

Referencias

1. Cussó X. y Garrabou R. “Mediterranean Diet Changes during the Nutritional Transition in Spain.” UHE Working Papers 2007, Universitat Autònoma de Barcelona, Departament d’Economia i Història Econòmica, Unitat d’Història Econòmica. Disponible en: [http://www.h-economica.uab.es/wps/2007_09.pdf].
2. Aranceta Bartrina J, Pérez Rodrigo C, Ribas Barba L, Serra Majem L. Factores determinantes de los hábitos de consumo alimentario en la población infantil y juvenil española. En: Serra Majem L, Aranceta Bartrina J, editores. Alimentación infantil y juvenil. Estudio enKid. Volumen 3. Barcelona: Masson, 2002; p. 29-40.
3. Consulta mixta de expertos OMS/FAO. Dieta, Nutrición y Prevención de Enfermedades Crónicas. Serie de informes técnicos OMS 916. Ginebra 2003. Disponible en: [<ftp://ftp.fao.org/unfao/bodies/coag/coag18/j1251s.pdf>].
4. Estudio ALADINO. Estudio de Vigilancia del Crecimiento, Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad en España 2011. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Madrid, 2013; pp: 38.
5. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Evaluación y seguimiento de la estrategia NAOS: conjunto mínimo de indicadores. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Madrid, 2013. Disponible en: [<http://www.observatorio.naos.aesan.msssi.gob.es/web/indicadores/indicadores.shtml>].
6. Alonso Franch M y Redondo del Río P. El pediatra y los comedores escolares. En: Aranceta Bartrina J, Miján de la Torre A y Moreno Villares JM, eds. Clínicas Españolas de Nutrición, Vol. I. Barcelona: Masson; 2005; pp: 207-217.
7. OMS. Estrategia Mundial sobre Régimen Alimentario, Actividad Física y Salud. 2004. Disponible en: [<http://www.who.int/publications/list/9241592222/es/>].
8. Agencia Española de Seguridad Alimentaria. Estrategia NAOS. Invertir la tendencia de la obesidad. Estrategia para la nutrición, actividad física y prevención de la obesidad. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo; 2005.
9. INE. Encuesta sobre el Gasto de los Hogares en Educación. Notas de prensa. 28 de diciembre de 2012. Disponible en: [<http://www.ine.es/prensa/np763.pdf>].
10. WHO-EURO. Opportunities for better nutrition through mass catering. Report from a consultation in Söbörg, Denmark. Copenhagen, December 2-4, 1987.
11. Orden del Ministerio de Educación y Ciencia de 24 de noviembre de 1992 (BOE 8/12/92), modificada parcialmente por la Orden de 30 de septiembre de 1993 (BOE 12/10/93).
12. Aranceta J, Pérez Rodrigo C. Consumo de alimentos y estado nutricional de la población escolar de Bilbao. Guías alimentarias para la población escolar. Bilbao: Área de Salud y Consumo. Ayuntamiento de Bilbao, 1996.
13. Pérez Rodrigo C, Ribas Barba L, Serra Majem L, Aranceta Bartrina J. Preferencias alimentarias, conocimientos y opiniones sobre temas relacionados con alimentación y nutrición. En: Serra Majem L, Aranceta Bartrina J, editores. Alimentación infantil y juvenil. Estudio enKid. Volumen 3. Barcelona: Masson, 2002; p. 41-50.
14. Servicio Canario de Salud. Estudio de salud y hábitos alimentarios entre escolares de Arona 2005/2006. Proyecto DELTA de educación nutricional. Consejería de Sanidad, Gobierno de Canarias. 2006. Disponible en: [<http://www.gobiernodecanarias.org/noticias/index.jsp>].
15. Aranceta J, Pérez Rodrigo C, Dalmau J y cols. El comedor escolar: situación actual y guía de recomendaciones. Anales Españoles de Pediatría, 2008; 69 (1): 72-88.
16. Martínez JR, Polanco I. El libro blanco de la alimentación escolar. Madrid: Mc Graw-Hill, 2007.
17. Consejo Interterritorial. Sistema Nacional de Salud (CISNS). Propuesta de acuerdo sobre el servicio de comidas en centros docentes (comedores escolares). Anexo I al Acta 70. Pleno CISNS- 29/06/05.

18. Programa Perseo. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. AECOSAN. CNIIE. Disponible en: [<http://www.perseo.aesan.mspes.es/>].
19. Guía de comedores escolares. Programa Perseo. Ministerio de Sanidad y Consumo. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Ministerio de Educación, política Social y Deporte. Centro de Investigación y Documentación Educativa. Madrid; 2008. Disponible en: [http://www.perseo.aesan.msssi.gob.es/es/profesorado/secciones/guia_elaboracion_menus.shtml].
20. Documento de Consenso sobre la Alimentación en los Centros Educativos. Ministerio de Educación y Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad; Gobierno de España; 2010.
21. Ley 17/2011, de 5 de julio, de Seguridad Alimentaria y Nutrición. BOE nº 160, de 6 de julio de 2011.
22. Alonso Franch M, Redondo P, Cao MJ, Castro MJ. Guía alimentaria para los comedores escolares de Castilla y León. Valladolid: Junta de Castilla y León; 2005. Disponible en: [<http://www.educa.jcyl.es/es/guiasypublicaciones/guia-alimentaria-comedores-escolares-castilla-leon>].
23. Alonso Franch M, Redondo P, de Mateo B y cols. Menús saludables para los escolares de Castilla y León. Valladolid: Junta de Castilla y León; 2007. Disponible en: [<http://www.educa.jcyl.es/es/menussaludables>].
24. DECRETO 20/2008, de 13 de marzo, por el que se regula el servicio público de comedor escolar en la Comunidad de Castilla y León. BOCyL - Nº 55. Miércoles, 19 de marzo 2008.
25. ORDEN EDU/693/2008, de 29 de abril, por la que se desarrolla el Decreto 20/2008 de 13 de marzo, por el que se regula el servicio público de comedor escolar. BOCyL - Nº 83. Viernes, 2 de mayo 2008.
26. CORRECCIÓN de errores de la ORDEN EDU/693/2008, de 29 de abril, por la que se desarrolla el Decreto 20/2008, de 13 de marzo, por el que se regula el servicio público de comedor escolar. BOCyL - Nº 107. Jueves, 5 de junio 2008.
27. Aranceta J, Pérez Rodrigo C. Alimentación colectiva en centros docentes. En: Tojo R, editor. Tratado de nutrición pediátrica. Barcelona: Doyma, 2001; pp. 1115-28.
28. Martínez Álvarez JR, García Alcon R, Villarino Marin A, Serrano Morago L, Marrodan Serrano MD. Encuesta nacional sobre comedores escolares y demanda de dietas especiales. Nutr Hosp 2012; 27(1):252-255.
29. Fundación Eroski. Menús escolares: Sólo cuatro de cada diez centros ofrecen menús escolares nutritivos y equilibrados. Revista Consumer, Septiembre 2004; pp. 4-9.
30. Fundación Eroski. Mejora la calidad nutricional de los menús, pero uno de cada tres son mediocres o malos. Revista Consumer, Noviembre 2008; pp. 34-41.
31. Guías alimentarias para la población española. Recomendaciones para una dieta saludable. Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC). Madrid, 2001.
32. Dapcich V, Salvador Castell G, Ribas Barba L, Pérez Rodrigo C, Aranceta Bartrina J, Serra Majem LI. Guía de la alimentación saludable. Editado por la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC). Madrid, 2004.
33. Datos de Consumo Alimentario en España, 2013. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2014. Disponible en: [<http://www.magrama.gov.es/es/alimentacion/temas/consumo-y-comercializacion-y-distribucion-alimentaria/panel-de-consumo-alimentario/ultimos-datos/>].
34. [<http://www.observatorio.naos.aesan.msssi.gob.es/web/documentos/seccion/estudios.shtml>].
35. Fundación Eroski. Menús escolares: ¿ha mejorado su calidad? Revista Consumer, Junio 2012; pp. 32-35. Disponible en: [<http://revista.consumer.es/web/es/20120601/alimentacion/76502.php>].
36. Aranceta Bartrina J, Pérez Rodrigo C, Serra Majem LI, Delgado Rubio A. Hábitos alimentarios de los alumnos usuarios de comedores escolares en España. Estudio "Dime Cómo Comes". Aten Primaria 2004; 33:131-5.
37. Zulueta B, Xarles Irastorza J, Oliver P, García Z, Vitoria JC. Perfil nutricional de los menús e ingesta dietética en comedores escolares de Vizcaya. Nutr Hosp 2011; 26 (5): 1183-1187.
38. Martínez AB, Caballero-Plasencia A, Mariscal-Arcas M, Velasco J, Rivas J, Olea-Serrano F. Estudio de los menús escolares servidos en colegios de Granada. Nutr Hosp 2010; 25(3): 394-399.
39. Fundación Eroski. Menús escolares: estudiados los de 200 centros escolares. El 62% deben mejorar nutritivamente. Revista Consumer, Noviembre 1998. Disponible en: [http://revista.consumer.es/web/es/19981101/actualidad/tema_de_portada/31977.php].



Original/*Pediatría*

Evaluation of physical stability of all in one parenteral admixtures for pediatric home care with high electrolytes concentrations

Watrobska-Swietlikowska Dorota¹, Szlagatys-Sidorkiewicz Agnieszka²,
and Katarzyna Łuszkiewicz¹

¹Department of Pharmaceutical Technology, Medical University of Gdansk, Gdansk. ²Department of Pediatrics, Pediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition, Medical University of Gdansk, Gdansk, Poland.

Abstract

Introduction: The aim of the study was to evaluate stability of 48 total parenteral admixtures for pediatric patients who require home parenteral nutrition. Admixtures contain high amounts of electrolytes. In a clinical practice electrolytes-enrichment of the parenteral nutrition admixtures is a usual demand, especially on the neonatal/pediatric wards. The supplementation of parenteral nutrition with high concentration of electrolytes is a living problem due to decreased stability of lipid emulsions in nutrition admixtures caused by bivalent cations.

Methods: Preliminary admixtures were prepared in two-chamber ethylene vinyl acetate bags: amino acids, glucose and electrolytes were combined in one chamber and 20% (w/w) lipid emulsions (SMOFlipid®, Intralipid® or ClinOleic®) were placed separately in the second chamber. Organic salts of calcium and phosphates were used. Pre-admixtures were stored at +4°C for up to 21 days after preparation. Each composition of admixtures was prepared twice, because contents of the two chambers were combined at t=0 or after 21 days of storage at +4°C. Visual observations, globule size distribution (using optical microscopy, laser diffraction and photon correlation spectroscopy methods), pH analyses, zeta potential and surface tension were performed after combining all components together with vitamins.

Results: Among 48 of investigated admixtures only two were problematic and other may be stored for at least 21 days at 4°C and completed admixtures demonstrated stability for at least 24 h at room temperature.

Conclusion: It was possible to obtain stable admixtures despite of the high concentration of electrolytes.

(Nutr Hosp. 2015;31:236-243)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7965

Key words: *Pediatric parenteral nutrition. Physical stability. Lipid emulsion. High electrolytes concentration. Home parenteral nutrition.*

Correspondence: Dorota Watrobska-Swietlikowska.
Department of Pharmaceutical Technology,
Medical University of Gdansk.
Av. Hallera 107, 80-416 Gdansk, Poland.
E-mail: dwatro@gumed.edu.pl

Recibido: 15-VIII-2014.
Aceptado: 28-IX-2014.

EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD FÍSICA DE PREPARADOS PARENTERALES “TODO EN UNO” PARA ATENCIÓN PEDIÁTRICA DOMICILIARIA CON ALTAS CONCENTRACIONES DE ELECTROLITOS

Resumen

Introducción: El objetivo del estudio fue evaluar la estabilidad de un total de 48 preparados o mezclas parenterales para pacientes pediátricos con necesidad de nutrición parenteral domiciliaria. Los preparados contienen cantidades elevadas de electrolitos. En la práctica clínica, el enriquecimiento con electrolitos de los preparados de nutrición parenteral es una demanda habitual, especialmente en las unidades neonatales/pediátricas. El complemento de la nutrición parenteral con altas concentraciones de electrolitos es un problema corriente debido a la menor estabilidad de las emulsiones lipídicas en preparados de nutrición provocada por cationes bivalentes.

Métodos: Se prepararon mezclas preliminares en bolsas de etilenvinilacetato de dos cámaras: se combinó amino ácidos, glucosa y electrolitos en una cámara y en la segunda cámara se puso por separado emulsiones lipídicas 20% (w/w) (SMOFlipid®, Intralipid® o ClinOleic®). Se utilizaron sales orgánicas de calcio y fosfatos. Se almacenaron pre-mezclas a +4°C durante 21 días después de la preparación. Cada composición de mezcla fue preparada dos veces, dado que el contenido de las dos cámaras se combinó en t=0 o después de 21 días después del almacenamiento a +4°C. Se realizaron observaciones visuales, distribución del tamaño globular (empleando métodos de microscopía óptica, difracción por láser y espectroscopía de correlación fotónica), análisis de pH, potencial zeta y tensión superficial después de combinar todos los componentes a la vez con vitaminas.

Resultados: De los 48 preparados investigados solo dos resultaron problemáticos y el resto se pudo almacenar durante al menos 21 días a 4°C y las mezclas completadas presentaron estabilidad durante al menos 24 h a temperatura ambiente.

Conclusión: Fue posible obtener preparados estables a pesar de la alta concentración de electrolitos.

(Nutr Hosp. 2015;31:236-243)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7965

Palabras clave: *Nutrición parenteral pediátrica. Estabilidad física. Emulsión lipídica. Alta concentración de electrolitos. Nutrición parenteral domiciliaria.*

Abbreviations

CAN: critical aggregation number.
CaxP: the products of multiplication of calcium and phosphate ions concentration.
EVA: ethylene vinyl acetate.
LD: laser diffractometry method.
PCS: photon correlation spectroscopy method.
PN: parenteral nutrition.
SBS: short bowel syndrome.
TPN: total parenteral nutrition.

Introduction

Home parenteral nutrition is an essential way of nutrition in case of intestinal failure, when oral or enteral nutrition is unable to meet the nutritional requirements. The main indication for home parenteral nutrition in children are primary digestive diseases (76-86%). Among digestive diseases, short bowel syndrome (SBS) of neonatal origin due to necrotizing enterocolitis, intestinal atresia, gastroschisis or long segment aganglionsis is the major cause of long term parenteral nutrition support^{1,2}. That is way in majority of pediatric patients parenteral nutrition (PN) is introduced in first days of life and is required for next several years². Moreover, the risk of fatal complications is increased in children below 24 months of age³.

Proper provision of macro- and micronutrients during first years of life is crucial for both biological as well as psychomotoric development of a child. The deficiency of any of nutritional components may have also long term effects on child's health. From the clinical point of view the aim of nutritional support is to obtain optimal growth and development in terms of bone health, body composition³⁻⁵. In majority of cases the standard well-balanced provision of macro- and micronutrients is sufficient to achieve that goal⁶.

However in cases complicated by prematurity, high output stoma, very short remnant bowel or cholestasis covering special needs by parenteral nutrition may be required⁷. Recently, the neonatal therapeutic hypothermia-associated hypomagnesemia during parenteral nutrition therapy was described in 80% of children on standard supplementation⁸. In 40% of adult patients with SBS on long term PN hypomagnesemia is present⁹.

Bone mineral disease complicates prematurity. The risk increases with the duration of parenteral nutrition as well as the calcium deficiency. Therefore the proper supply with calcium is one of the important factor in preventing bone mineral disease¹⁰.

Due to different nutritional needs for children and adults, admixtures preparing for small patients contain high electrolytes concentration in low final volume, which creates higher risk of incompatibilities. Using such admixtures in practice is only limited by performing for each of composition physical stability. Any changes such as replacing components produced by

one manufacturer with products of other require re-testing. It is very important to performed physical stability issues for each admixture with a new composition.

Aim of the study

The composition of parenteral admixtures has to be tailored according to the patient's clinical situation. Therefore the aim of our study was to evaluate the physical stability of 48 pediatric all in one admixtures designed for home parenteral nutrition. All parenteral admixtures characterized by high electrolytes concentrations. Three types of lipid emulsions: SMOFlipid, Intralipid or ClinOleic were used for preparation of admixtures. This allowed comparing stability of parenteral admixtures with different types of lipid emulsions in the presence of high electrolytes concentration.

Materials and methods

Parenteral pre-admixtures were filled with a computer-controlled pump: Multicomp II (*Fresenius Kabi, Uppsala, Sweden*) in the parenteral nutrition department of the Hospital Pharmacy of Nicolaus Copernicus Pomeranian Trauma Center in Gdansk. Compositions of parenteral admixtures were prescribed by pediatricians.

Pre-admixtures were prepared in two-chamber EVA (ethylene vinyl acetate) bags (Dimix, *Diffuplast, Olgiate Olona, Italy*). Lipid emulsion SMOFlipid, Intralipid (*Fresenius Kabi, Austria*) or ClinOleic (Baxter, Lessines, Belgium) was placed in smaller chamber of the bag. In the second chamber the following components were mixed: amino acid solutions - Aminoven 10% Infant (Fresenius Kabi, Uppsala, Sweden) or Primene 10% (Baxter, Lessines, Belgium); Glucose 40% solution (B. Braun Melsungen, Germany); Magnesium sulfate 20% solution (Polpharma, Starogard Gdanski, Poland); Potassium chloride solution 15% (WZF Polfa, Warsaw, Poland); Sodium chloride solution 10% (Polpharma, Starogard Gdanski, Poland); Calcium Pliva 10% - solution of calcium gluconolactobionate (glubionate) containing 0.23 mmol Ca²⁺/ml (Pliva Cracow, Cracow, Poland); Glycophos – Sodium glycerophosphate concentrated solution (Fresenius Kabi, Uppsala, Sweden); Peditrace - mixture of trace elements, concentrated solution (Fresenius Kabi, Uppsala, Sweden). Multiple vitamin preparations - Vitalipid N Infant lipid emulsion (Fresenius Kabi, Uppsala, Sweden) and Soluvit N *lyophilisate for solution* (Fresenius Kabi, Uppsala, Sweden) were added immediately after combining the contents of the two chambers of the bags.

Sixteen of TPN admixtures were prepared using parenteral emulsion SMOFlipid and Aminoven Infant solution (signature as compositions "A"), the next sixteen of admixtures contain Intralipid and Aminoven Infant solution (signature as compositions "B") and the last sixteen admixtures contain ClinOleic and Primene (signature as compositions "C") table I. Compositions

Table I
Composition [ml] of TPN admixtures containing 20% parenteral emulsion SMOFlipid and Aminoven Infant ("A"), Intralipid and Aminoven Infant ("B") or ClinOleic and Primene ("C")

TPN	Glukose 40%	Aminoacids	Lipid emulsion	Water for injection	Glycophos	10% NaCl	15% KCl	Peditrace	20% MgSO4	Calcium glubionate	Soluvit	Vitalipid
1	94.8	86.7	32.5	5.1	3.7	4.6	5.4	2.2	4.1	18.8	2.2	2.2
2	93.3	85.3	32.0	69.0	3.6	4.5	5.3	2.1	4.0	18.6	2.1	2.1
3	82.5	66.0	22.0	16.3	2.6	4.7	4.4	2.2	2.8	14.3	2.2	2.2
4	80.0	64.0	21.3	122.5	2.6	4.5	4.3	2.1	2.7	13.9	2.1	2.1
5	96.3	66.0	22.0	0.6	2.2	6.5	5.5	2.2	2.2	14.3	2.2	2.2
6	94.8	65.0	21.7	44.0	2.2	6.4	5.4	2.2	2.2	14.1	2.2	2.2
7	93.3	64.0	21.3	107.3	2.1	6.3	5.3	2.1	2.1	13.9	2.1	2.1
8	82.5	66.0	22.0	14.1	3.7	2.1	3.3	2.2	2.8	19.1	2.2	2.2
9	81.3	65.0	21.7	57.2	3.7	2.0	3.3	2.2	2.7	18.8	2.2	2.2
10	80.0	64.0	21.3	120.3	3.6	2.0	3.2	2.1	2.7	18.6	2.1	2.1
11	82.5	66.0	22.0	19.2	2.2	3.9	3.3	2.2	2.2	14.3	2.2	2.2
12	81.3	65.0	21.7	62.2	2.2	3.8	3.3	2.2	2.2	14.1	2.2	2.2
13	80.0	64.0	21.3	125.3	2.1	3.8	3.2	2.1	2.1	13.9	2.1	2.1
14	56.3	33.8	22.5	25.0	3.8	4.8	5.6	2.3	4.2	19.6	2.3	2.3
15	55.0	33.0	22.0	68.4	3.7	4.7	5.5	2.2	4.1	19.1	2.2	2.2
16	53.3	32.0	21.3	173.0	3.6	4.5	5.3	2.1	4.0	18.6	2.1	2.1

of the prepared TPN admixtures and calculated CAN (critical aggregation number) and CaxP parameters as well as osmolarity are presented in table II. Contents of electrolytes are presented in table III (sodium ions come from both Glycophos and sodium chloride, whereas chloride ions come from the preparations of sodium chloride and potassium chloride).

Pre-admixtures after labeling were stored protected from light under controlled temperature at $4\pm 1^\circ\text{C}$ for 21 days. Each pre-admixture was prepared twice.

Pre-admixtures were transferred to room temperature about 4 h before the analysis. Next the content of two chambers was mixed together and vitamins (Soluvit N dissolved in Vitalipid N Infant) were added. To simulate home conditions in which completed admixtures will be prepared by caregivers this step was carried out under nonaseptic conditions.

Physical analysis of complete parenteral admixtures

The scheme of the physical stability test is presented in Scheme I. Analysis of the complete admixtures was carried out immediately after preparation ($t=0$) and after 24 h of storage at room temperature, with light protection. Activation of pre-admixtures was at $t=0$ or after 21 days of storage. Completed parenteral admixtures were subjected to physical stability analysis consisting of

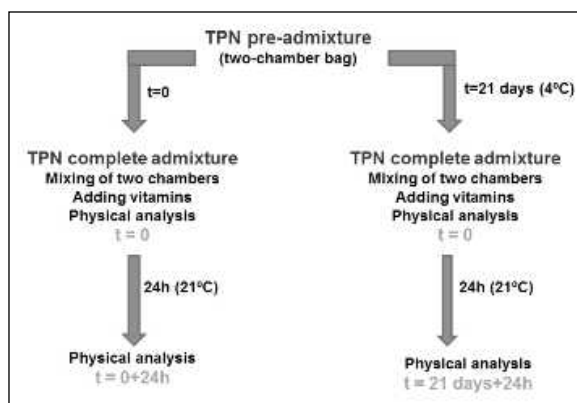
Table II
CAN and CaxP parameters, α coefficient and theoretical osmolarity of TPN admixtures

TPN	CAN [mmol/l]	CaxP [mmol ² /l ²]	α coefficient	Theoretical osmolarity [mOsm/L]
1	1973	268	158	1408
2	1577	171	158	1126
3	1711	199	168	1387
4	1140	91	168	925
5	1591	172	189	1565
6	1333	121	189	1303
7	1057	76	189	1042
8	2012	366	168	1356
9	1664	258	169	1131
10	1342	164	168	904
11	1551	172	168	1344
12	1299	121	169	1121
13	1030	76	168	896
14	2947	574	254	1296
15	2355	366	255	1037
16	1577	164	254	691

Table III
Concentration of electrolytes
in TPN admixtures [mmol/l]

TPN	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	PO ₄ ³⁻
1	58.02	41.17	13.76	14.33	14.11
2	45.37	32.93	10.94	11.56	11.18
3	58.40	39.60	11.09	12.87	11.70
4	38.14	26.70	7.38	8.63	8.07
5	68.80	49.50	8.71	12.87	9.90
6	57.77	41.16	7.38	10.75	8.38
7	46.05	32.93	5.74	8.64	6.52
8	49.30	29.70	11.09	17.19	16.65
9	40.21	25.16	9.06	14.33	14.11
10	32.36	19.88	7.38	11.55	11.18
11	48.80	29.70	8.71	12.87	9.90
12	40.77	25.15	7.38	10.75	8.38
13	33.04	19.88	5.74	8.63	6.52
14	82.64	61.37	20.25	21.48	20.82
15	68.32	49.53	16.24	17.20	16.66
16	45.37	32.93	10.94	11.56	11.18

visually inspection, microscopic observation (biologic microscope with camera B1 223A Motic, Wetzlar, Germany), determination of oily globules size distribution - laser diffractometer (MasterSizer E Malvern Instruments, Malvern, UK) and photon correlation spectroscopy (Zetasizer, Malvern Instruments, Malvern, UK), zeta potential (Zetasizer, Malvern Instruments, Malvern, UK), pH measurement (ph meter Orion 350, Beverly, USA, with combination electrode). Laser diffractometer



Scheme I.—Scheme of physical analysis of complete TPN admixtures.

method (LD) allows determining the median diameter ($d_{0.5}$ below this parameter is diameter of 50% of oily globules) and the maximum diameter of 90% of oily globules ($d_{0.9}$). Photon correlation spectroscopy method (PCS) is used to determine Z-average parameter. Additionally the aqueous phase of the pre-admixtures was suspected to visual inspection and pH measurements.

Results

Visual and microscopic observations

Very slight creaming after 24 h of storage at room temperature in complete admixtures despite various compositions was visually observed. Creaming was observed in all admixtures but easily disappeared after short mixing.

In microscopic observation most of the complete admixtures were characterized by size of oily globules not larger than 1 μm , which are safe for patients (Fig. 1).

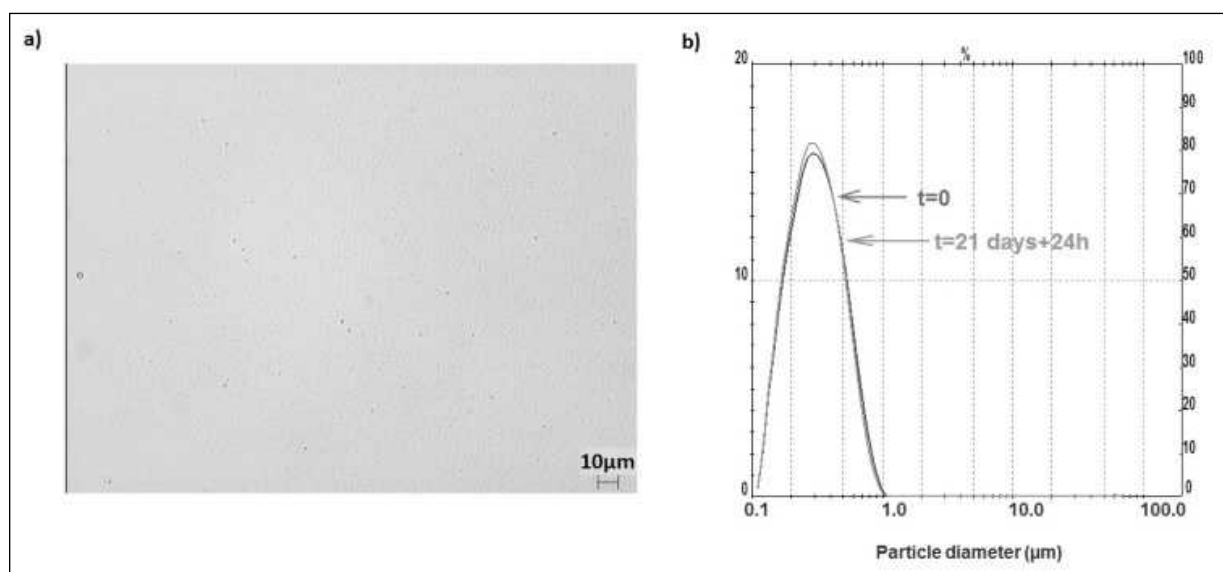


Fig. 1.—Microscopic observation (scale 10 μm) at $t = 21 \text{ days} + 24\text{h}$ (a) and distribution of oily droplets of TPN admixture 14A (b).

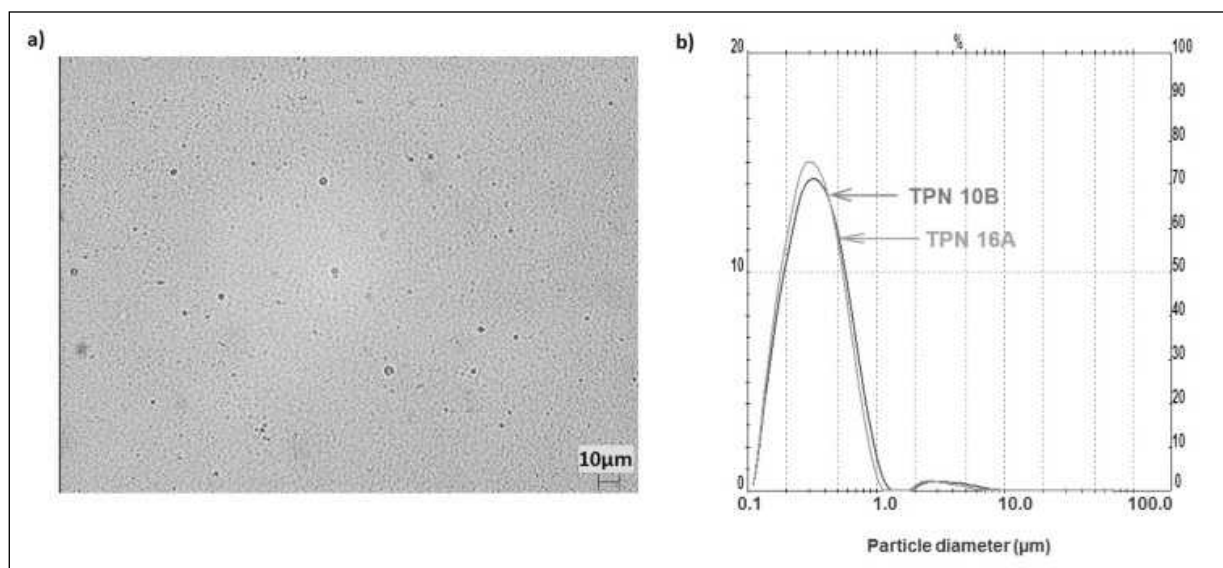


Fig. 2.—Microscopic observation (scale 10 μm)(a) and distribution of oily droplets of TPN admixtures at $t = 21 \text{ days} + 24\text{h}$ (b).

Among 48 of admixtures only one was problematic. In complete admixtures prepared from pre-admixtures 15B and 16A stored for 21 days oily droplets undergo of coalescency and few globules about 5 μm in size were observed (Fig. 2). No destabilization was observed in additionally analysis when complete admixtures 15B and 16A were prepared only at $t=0$ and were stored 24h.

Oily droplet size distribution

a) Laser diffractometry method

Value of median ($d_{0,5}$) of oily droplets size in the complete admixtures was $320 \pm 30 \text{ nm}$ and 90% of oily droplets ($d_{0,9}$) were under $620 \pm 30 \text{ nm}$. No oily globules larger than 1 μm were detected in any of all admixtures by using laser diffractometry method (Fig. 1).

b) Photon correlation spectroscopy

Z-average of oily droplets size was about 320 nm. Size of oil droplets was significant smaller for TPN admixtures containing ClinOleic as lipid emulsion (Z-average 250 nm) (Fig. 3).

For all of admixtures no changes ($\pm 30 \text{ nm}$) during storage were observed. In admixtures TPN 2B – 6B, 8B and 10B (containing SMOFlipid) decreasing, about 70 nm comparing with $t=0$, of oily droplets size was observed. Whereas Z-average of admixtures TPN 9C - 16C containing ClinOleic was increasing during storage, the highest was in TPN 6A (55 nm).

Zeta potential analysis

Zeta potential of all admixtures was in range -36 to -47 mV and did not change during the storage ($\pm 5 \text{ mV}$)

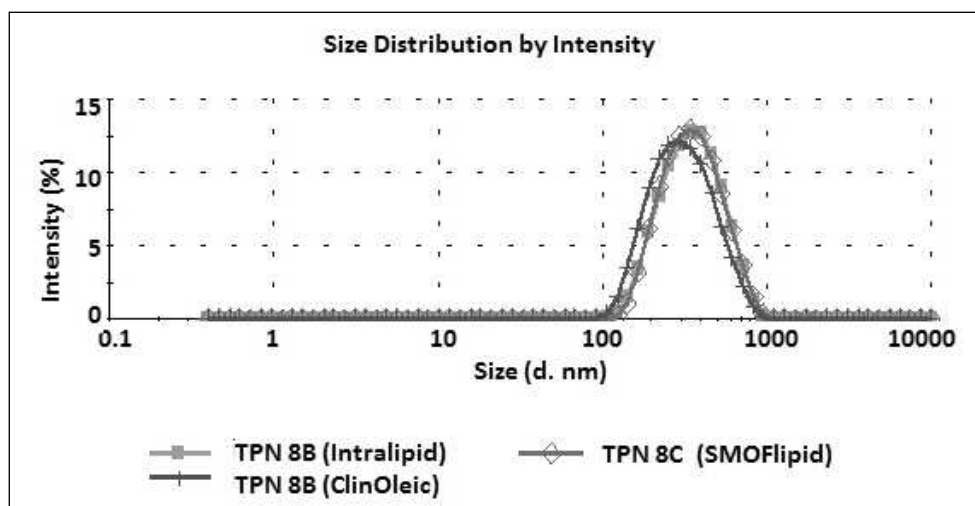


Fig. 3.—Distribution of oily droplets of TPN admixtures at $t=21 \text{ days} + 24\text{h}$.

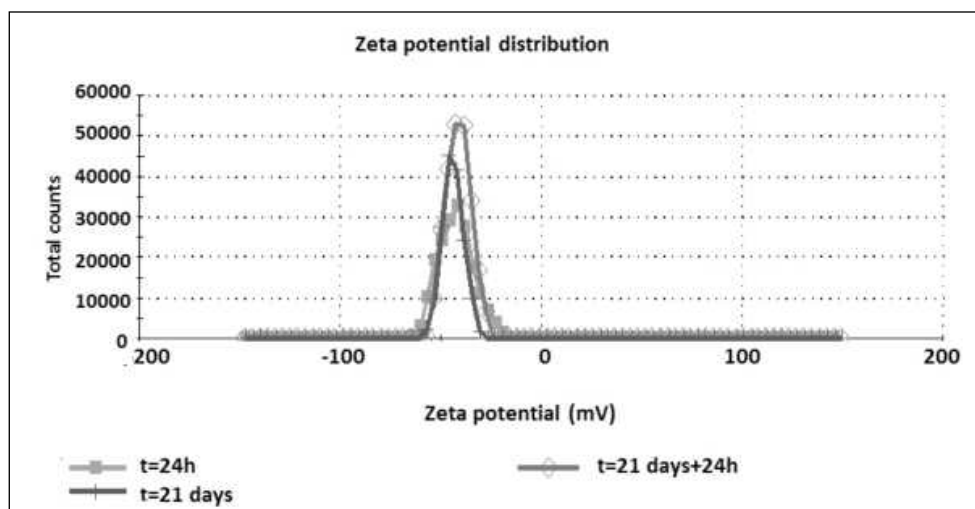


Fig. 4.—Zeta potential of admixtures TPN 14A – effect of store.

in comparing with t=0 (Fig. 4). The greatest decreasing of negative value of zeta potential (-6.8 mV) was noticed in admixture 14B, while the greatest increasing (10.4 mV) was in admixture 12C.

pH measurement

The pH values in complete TPN admixtures were in range 5.6 – 6.7. Comparing with t=0, these values did not change (± 0.05 of units) during storage (Fig. 5). The greatest decreasing of pH value (0.11) was noticed for admixtures 8B and 11B at t=0+24h. The greatest increasing of pH values (0.10) was observed for admixtures 3C at t=21+24h.

Discussion

All investigated TPN admixtures were prepared with commonly using procedures in hospital phar-

macy. Due to clinical needs, admixtures characterized much higher than physiological concentration of electrolytes: calcium (8-22 mmol/l Ca^{2+}), magnesium (5-20 mmol/l Mg^{2+}) and potassium (20-60 mmol/l K^{+}) ions. CAN parameter of investigated admixtures was much higher than current in range 1030 – 3000 mmol/l and CaxP was in range 76 - 574 mmol²/l². Nitrogen – calorie ratio values was in range 158 – 255 kcal/g N. The highest CAN parameter was noticed in admixtures 14 (2947 mmol/l), whereas the smallest in admixtures 7 (1057 mmol/l).

Despite even repeatedly exceeded the limits specified parameters, most of TPN mixtures tested showed appropriate physical stability when during the analysis. These admixtures can be administered to the patient only when they are prepared with the same composition containing the same or a lower concentration of electrolytes. Of course, it is necessary to maintain identical conditions of preparing such mixtures and using the same manufacturers of packaging and type of product.

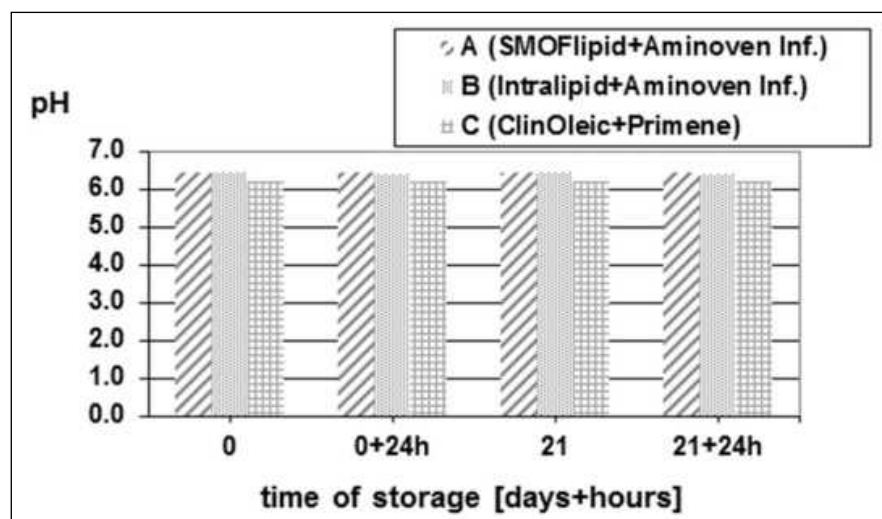


Fig. 5.—The pH values of the complete admixture TPN 14 – the effect of various lipid emulsion.

Very slight creaming after 24 h of storage at room temperature all admixtures was visually observed and it disappeared after short mixing. Creaming occurred in all admixtures despite various compositions so it was normally acceptable.

In microscopic observation all, except for two, complete admixtures were characterized by oily globules not larger than 3 μm , which are safe for patients when they are intravenously administered (Fig. 1). Only two complete admixtures (16A and 15B) in $t=21$ days+24h were found unstable because of few oily globules about 6 – 8 μm in size and tendency for agglomeration were observed (fig. 2). Lack of stability of these admixtures was checked in two independent studies.

Examination of the droplet size of the oil phase was carried out using a laser diffractometer. In all admixtures, except for two (Fig. 1), oily droplets larger than 1 μm were detected. Moreover, using this method no change droplet size of the oil phase during the storage of TPN admixtures up to 21 days was observed. Using LD method the presence of large droplets of oily phase observed in the optical microscope only for two unstable admixtures was confirmed. Whereas for others admixtures oily droplets in range 2-3 μm observed in the optical microscope was not confirmed. Most likely, this is due to the fact that too low a sensitivity of the device - in the whole volume of the TPN mixture containing droplets <1 μm is too small amount of large droplets of the oily phase.

PCS technique to give a more varied results mean droplet size of the oil phase, than when using laser diffraction – Z-average of oily droplet was approximately of 250 - 400 nm, whereas the laser diffraction method, the median of oily droplets was 300 - 330 nm. None of the systems tested was not noticed oily droplets larger than 1 μm using PCS method.

Based on the results, it was found that a more sensitive method for detecting the oily droplet size below 500 nm is the technique of PCS. In contrast, measurements should also be performed by laser diffraction method that allows to detect larger drops.

For such systems considered stable TPN admixtures with a negative zeta potential of 31 mV below [11]. All TPN admixtures showed a zeta potential in range -37 to -45 mV, which proves their stability. The zeta potential during storage do not undergo significant changes (Fig. 4). Fluctuations were observed in the range of ± 9 mV, the difference between the value at $t=0$ and $t=21+24$ h are insignificant (about ± 5 mV).

The pH values of TPN admixtures during storage did not undergo significant ($p<0.05$) changes (Fig. 5). Admixtures containing ClinOleic as fat emulsion showed a slightly lower pH (5.68 - 6.31) than the other admixtures of TPN (6.11 - 6.57).

No influence of the type of lipid emulsions and aminoacid preparations on the physical stability of the investigated TPN admixtures was observed. It also appeared to be safe to prepare TPN admixtures with

high concentration of electrolytes using as well as Lipofundin LCT/MCT, SMOFlipid and ClinOleic.

Conclusions

Despite the store for 21 days and high concentrations of electrolytes pre-TPN admixture of the proposed composition provide complete TPN admixtures of appropriate quality, lasting for 24 hours. Only the admixtures kept for 21 days (15B and 16A) does not allow the stable TPN admixtures. Due to coalescence of the emulsion particles is desirable to shorten the retention time of the complete mixture of the TPN 15B and 16A to 24 h. Since the obtained stable TPN admixture having a high concentration of electrolytes (high CAN and CaxP parameters), theoretical values of these parameters cannot decide about the stability of TPN admixtures. Microscopic observation should be a part of physical analysis of TPN admixtures. Type a submicron emulsion and the preparation of amino acids does not affect the physical stability of TPN mixtures.

Acknowledgements

The authors wish to thank Hospital Pharmacy of Nicolaus Copernicus Pomeranian Trauma Center in Gdansk for preparing the TPN admixtures and wish also to thank Fresenius Kabi for financial support, and B/Braun and Baxter for giving their products for the study.

This project was supported by the Ministry of Science and Higher Education Republic of Poland from the quality-promoting subsidy under the Leading National Research Centre (KNOW) programme 2012 – 2017.

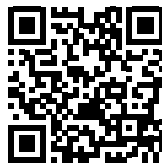
Conflicts of Interest

The authors declare no conflict of interest.

References

1. Colomb V, Dabbas-Tyan M, Taupin P, Talbotec C, Révillon Y, Jan D, De Potter S, Gorski-Colin AM, Lamor M, Herreman K, Corriol O, Landais P, Ricour C, Goulet O. Long-term outcome of children receiving home parenteral nutrition: a 20-year single-center experience in 302 patients. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2007; 44: 347-353.
2. Popińska K, Szlagatys-Sidorkiewicz A, Spodaryk M, Jakubczyk M, Danko M, Żydak J, Książek J. Home parenteral nutrition in children in Poland in 2011. *Ped Współcz Gastroenter Heaptol i Żyw Dzieci* 2013; 15: 14-17.
3. Olieman JF, Penning C, Spoel M, Ijsselstijn H, van den Hoonaard TL, Escher JC, Bax N, M, Tibboel D. Long-term impact of infantile short bowel syndrome on nutritional status and growth. *Br J Nutr* 2012; 107: 1489-1497.
4. Pichler J, Chomtho S, Fewtrell M, Macdonald S, Hill S. Body composition in paediatric intestinal failure patients receiving long-term parenteral nutrition. *Arch Dis Child* 2014; 99: 147-153.

5. Pichler J, Chomtho S, Fewtrell M, Macdonald S, Hill SM. Growth and bone health in pediatric intestinal failure patients receiving long-term parenteral nutrition. *Am J Clin Nutr* 2013; 97: 1260-1269.
6. Pironi L, Goulet O, Buchman A, Messing B, Gabe S, Candusso M, Bond G, Gupte G, Pertkiewicz M, Steiger E, Forbes A, Van Gossum A, Pinna AD. Home artificial nutrition and chronic intestinal failure working group of ESPEN. Outcome on home parenteral nutrition for benign intestinal failure: a review of the literature and benchmarking with the European prospective survey of ESPEN. *Clin Nutr* 2012; 31: 831-845.
7. Yang CF, Duro D, Zurakowski D, Lee M, Jaksic T, Duggan C. High prevalence of multiple micronutrient deficiencies in children with intestinal failure: a longitudinal study. *J Pediatr* 2011; 159: 39-44.
8. Tocco NM, Hodge AE, Jones AA, Wispe JR, Valentine CJ. therapeutic hypothermia-associated hypomagnesemia during parenteral nutrition therapy. *Nutr Clin Pract* 2014; 29: 246-248.
9. Miranda SC, Ribeiro ML, Ferriolli E, Marchini JS. Hypomagnesemia in short bowel syndrome patients. *Sao Paulo Med J* 2009; 118: 169-172.
10. Viswanathan S, Khasawneh W, McNelis K, Dykstra C, Amstadt R, Super DM, Groh-Wargo S, Kumar D. Metabolic bone disease: A continued challenge in extremely low birth weight infants. *J Parenter Enteral Nutr* 2013; 20.
11. Ronchera-Oms CL, Jimenez NV, Peidro J. Stability of parenteral nutrition admixtures containing organic phosphates. *Clin Nutr* 1995, 14, 373-380.



Original/*Pediatría*

Risk factors associated with iron depletion and parasites in preschool and school children of Arandas, Jalisco, México

Edgar M. Vásquez-Garibay^{1,3}, Liliana Romina Campos Barrera¹, Enrique Romero Velarde^{1,3}, Lizette Miranda Ríos¹, María Eugenia Nuño Cosío² and Francisco Nápoles Rodríguez^{1,3}

¹ Instituto de Nutrición Humana, Universidad de Guadalajara, ² Instituto Alteño para el Desarrollo de Jalisco, ³ Hospital Civil de Guadalajara Dr. Juan I. Menchaca, México.

Abstract

Objective: The objective of this study is to explore factors associated with iron depletion and parasites in preschool and school children attending the Instituto Alteño para el Desarrollo de Jalisco (INADEJ) and children who attend preschools and schools in Arandas, Jalisco.

Methods: This cross sectional study assessed two groups of children. In the INADEJ group, 102 children aged 60 to 144 months old were included, and in the School group of Arandas, Jalisco, 206 children were randomly selected from schools and preschools in the same municipality. **Variables:** Ferritin concentration ($\mu\text{g/ml}$), parasites, demographic, socioeconomic, educational and dietary data were collected. The Student's t test, U Mann Whitney, chi square, odds ratio and logistic regressions were estimated.

Results: Family income in the Schools group was \$5,707 Mexican pesos (MP), which was higher than the family income in the INADEJ group (\$4,311 MP), $p = 0.031$. The proportion of parents with incomplete primary education was higher in the INADEJ group (41.3%) than in the Schools group (35.4%) [OR = 1.88 (1.0-3.55)]. Unstable work was more frequent in the INADEJ group than in the Schools group [OR = 5.6 (3.26-9.62)]. The ferritin concentration was lower in the INADEJ group than in the Schools group (25 $\mu\text{g/L}$ vs. 60 $\mu\text{g/mL}$, respectively), $p < 0.001$. Having giardiasis and two or more parasites was more common in the INADEJ group compared with the Schools group [OR = 7.2 (2.25-23.0)] and [RM 3.86 (1.35-10.98)]. Heme iron intake was lower in the INADEJ group.

Conclusion: Low family income, father's job instability, lower levels of education, overcrowding, living with animals and lower consumption of heme iron were associated with parasites and iron depletion.

(Nutr Hosp. 2015;31:244-250)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7871

Keywords: *Parasites. Iron depletion. Preschool and school children.*

Correspondence: Edgar M. Vásquez Garibay, MD, DSc. Instituto de Nutrición Humana. Hospital Civil de Guadalajara Juan I. Menchaca. Salvador Quevedo y Zubieta 750, S.L., CP. 44340, Guadalajara, Jalisco, México. E-mail: vasquez.garibay@gmail.com

Recibido: 29-VII-2014.
1.ª Revisión: 15-VIII-2014.
Aceptado: 28-VIII-2014.

FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS CON LA DEPLECIÓN DE HIERRO Y PARASITOSIS EN NIÑOS PREESCOLARES Y ESCOLARES DE ARANDAS, JALISCO, MÉXICO

Resumen

Objetivo: Explorar factores asociados con depleción de hierro y parasitosis en preescolares y escolares que asisten al Instituto Alteño para el Desarrollo de Jalisco (INADEJ) y los niños que asisten a escuelas en Arandas, Jalisco.

Métodos: Este estudio transversal evaluó dos grupos de niños. En el grupo INADEJ, fueron incluidos 102 niños de 60 a 144 meses de edad; en el grupo Escuelas fueron seleccionados 206 niños al azar de las escuelas del mismo municipio. Se obtuvieron las variables: ferritina (g/mL), parasitosis, variables demográficas, socioeconómicas, educativas y datos dietéticos. Se realizaron pruebas t de Student, U de Mann-Whitney, ji cuadrada; odds ratio y regresiones logísticas.

Resultados: El ingreso familiar en el grupo escuelas era \$ 5,707 pesos mexicanos (pm), más alto que el grupo INADEJ (\$ 4,311 pm), $p=0,031$. La proporción de padres con educación primaria incompleta fue mayor en el grupo INADEJ (41,3%) que en el grupo escuelas (35,4%) [OR = 1,88 (1,0-3,55)]. Trabajo inestable del padre fue más frecuente en el grupo INADEJ [OR = 5,6 (3,26-9,62)]. La concentración de ferritina fue menor en el grupo INADEJ que en el grupo Escuelas (25 $\mu\text{g/L}$ vs. 60 $\mu\text{g/ml}$, respectivamente), $p < 0,001$. Tener giardiasis y dos o más parásitos fue más frecuente en el grupo INADEJ [OR = 7,2 (2,25 a 23,0)] y [RM 3,86 (1,35-10,98)]. La ingestión de hierro hemo fue menor en el grupo INADEJ.

Conclusion: Los bajos ingresos familiares, inestabilidad laboral de su padre, pobre educación, hacinamiento, convivencia con animales y menor consumo de hierro hemo se asociaron a parasitosis y depleción de hierro de hierro.

(Nutr Hosp. 2015;31:244-250)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7871

Palabras clave: *Parasitosis. Depleción de hierro. Preescolares y escolares.*

Introduction

Iron deficiency is the most prevalent nutritional disorder in the world and is related to a low iron diet, gastrointestinal problems and bacterial and parasitic infections¹⁻³. Globally, iron deficiency and iron deficiency anemia afflicts more than 3500 million people, mainly in less developed countries⁴. In México, the last national survey of health and nutrition⁵ showed that the national prevalence of anemia in preschool children was 23.3% and was 10.1% in school children.

A previous study in the Instituto Alteño para el Desarrollo de Jalisco (INADEJ) in Arandas, Jalisco, a non-governmental institution dedicated to food aid programs and orientation, showed that the combination of depletion and iron deficiency occurred in 61% of preschoolers and 44% of school children⁶. The deleterious effects of iron deficiency anemia on cognitive function have been extensively described⁷; however, fewer studies have explored the deleterious effects of iron deficiency without anemia⁸. Some studies suggest that even in school children, depletion and iron deficiency without anemia may affect cognitive development⁹⁻¹¹.

An estimated 3.5 billion people (mostly children) are affected by parasites and disease is manifested in 450 million people¹². Giardiasis is the most common intestinal protozoa parasite in the world and an estimated 280 million cases occur each year¹³. In poor countries, this parasite alone represents 2.5 million cases of diarrhea each year¹⁴. Therefore, given its high prevalence in poor and underdeveloped communities, in 2004 the WHO included giardiasis as a "neglected diseases"¹⁵. Giardia infection is acquired in early childhood and the prevalence peaks at 30% in children under 10 years of age. Others have described the effects of giardia infection in children, including growth failure and the long-term impairment of cognitive function^{16, 17}.

Therefore, the purpose of this study was to explore the association between parasites and iron depletion and the risk factors associated with iron depletion and parasitism in preschool and school children in the municipality of Arandas, Jalisco.

Methods

Two groups were included in this comparative cross sectional study: a) a group of 102 children (INADEJ group) of both sexes from 60 to 144 months old, apparently healthy, with no apparent infection in the last two weeks, diarrhea or other pathology attending the food aid program. Ten subjects were excluded due to incomplete records or errors in laboratory techniques; b) a group of 206 children (Schools group) with similar characteristics and the same age as the INADEJ group who attended the preschool and primary schools in the municipality of Arandas education during the years 2010 and 2011; of these, 16 participants were ex-

cluded for similar reasons. Children who had chronic diseases, genetic or congenital apparent, rejection of the child and/or a parent or person legally authorized to participate in the study, or children who consumed multivitamins or iron supplements were not included.

The calculation of the sample size for the group of children attending preschools and primary schools in the municipality of the Arandas education system was based on the prevalence of iron deficiency with ferritin <10 ng/mL in the municipality (INADEJ 2002) for children 12 to 71 months (20%) and children aged 72 to 120 months (15%)⁶ Old, with an alpha error of 0.05 and a power of 80%.

Sampling System

From the complete list of all children enrolled in the outpatient INADEJ, children whose ages ranged between 60 and 144 months were selected. Once identified, these children were stratified into two subgroups: a) preschoolers aged 60-71 months; and b) school children aged 72 to 144 months. Then, a complete list of all preschools and primary schools in the rural area and the head of the municipality registered in the Ministry of Education of the State of Jalisco in the town of Arandas were obtained. Preschool children aged 60 to 71 months and children from elementary schools aged 72 to 144 months were selected. A random cluster sampling (schools) was stratified into two groups: a) preschool education and b) primary education. Next, a complete list of the subjects in each selected cluster was obtained and simple at random sampling was performed.

The dependent variables included: ferritin ($\mu\text{g/L}$); iron depletion (ferritin <20 $\mu\text{g/L}$); and parasitism: the presence of parasites (dichotomous yes/no) and the type of parasites. The independent variables included: age (years), age group (years), sex; membership, family composition, marital status; mother's age, father's age (years); father's education, mother's education; employment status (unstable vs. permanent); occupation of the father and mother; and the combined monthly family income, spending on food per month, amount allocated to each member for food, food expenditure per capita (percentage of Mexican pesos of minimum salary), the average consumption of iron and the frequency of consumption of iron in the week.

Criteria and fieldwork strategies

Once support of the authorities and staff of INADEJ was obtained, the families of the children selected for the study were invited. From the selected schools, an interview was conducted with the principals, teachers and parents to explain the project, its purpose and benefits and to ensure their participation in the study once was concluded. In cases where iron deficiency

or parasites were found, the participants were given proper treatment and/or dietary guidance necessary to prevent deficiencies. On average, 10 participants were cited weekly on Fridays. Analyses of the biological samples (ferritin and coproparasitology) were conducted in the Clinical Pathology Laboratory of the Hospital Civil de Guadalajara Dr. Juan I. Menchaca

Measuring instruments and techniques

Ferritin ($\mu\text{g/L}$) was determined by a chemiluminescence immunoassay of paramagnetic particles for the quantitative determination of ferritin levels in the serum and plasma (Beckman Coulter, Inc. Access Immunoassay Systems, Brea, CA, USA). To determine the type of parasite (protozoa and helminths), Faust's flotation technique was used. Additionally, two dietary surveys were conducted to assess 24 h recall and food consumption frequency.

Methods of data collection, databases and computer programs

Information on general demographic, socioeconomic and educational variables and laboratory data were captured in Excel with collection sheets specially designed for the protocol. Once the information in the database was obtained, statistical analysis was performed with the SPSS v 18 program.

Statistical analysis

The analysis included descriptive statistics of the parametric and nonparametric variables; ANOVA for comparison of variances between groups; Student's t test for unpaired comparisons between two independent samples with normal distribution and the U test Mann Whitney for data with nonparametric distributions. The Kruskal Wallis test was used to identify the association between variables of various proportions and the chi square test, in tetra choric 2 x 2 tables, was used to identify the epidemiological significance of the independent variables, and the odds ratio (OR) was used in bivariate models. Finally, a logistic regression model was designed with those variables significantly associated with iron depletion.

Ethical considerations

Each of the participants who met the inclusion criteria and whose parents or legal guardians gave their consent by signing the informed consent form were included in the protocol activities. The protocol was approved by the Bioethics Committees and Research at the University of Guadalajara, Opinion CI-13609.

Results

From the INADEJ group ($n = 92$), 48% were male, of which there were 13 pairs of siblings (26), three families with three siblings each and a family of four children; from the Schools group ($n = 190$), the frequency of males (58%) was higher than in the INADEJ group ($p = 0.053$). The mean age was similar (96.7 months), while maternal age was significantly lower in the INADEJ group (34.5 years) than in the Schools group (38 years), $p < 0.001$. The real or functional illiteracy (\leq three years of elementary school) in mothers was slightly higher in the INADEJ group (21% vs. 17%), $p = 0.118$; while the fathers' illiteracy rates were similar in both groups (22%). The proportion of fathers with incomplete elementary school education was significantly higher in the INADEJ group than in the Schools group (41.3 vs. 35.4%, respectively) [OR = 1.88 (1.0-3.55), $p = 0.05$]. Most mothers in both groups were dedicated to the home (78%; in INADEJ group and 74% in the Schools group).

Parents were mainly engaged workers, masons, drivers, employees and peasants. Fathers' unstable work situations were significantly more frequent in the INADEJ group (65%) than in the Schools group (25%) [OR = 5.6 (3.26-9.62), $p < 0.001$]. Seventy mothers worked outside the home (22% of the INADEJ group and 24% of the Schools group). In the Schools group, mothers who had casual work predominated [RM 5.2 (1.72-15.8), $p = 0.002$]. The family income of the Schools group (\$5,707 Mexican pesos) was equivalent to 3.2 times the minimum wage (MW) and was significantly higher than the INADEJ group (\$43100, Mexican pesos), which was equivalent to 2.5 times the MW, $p = 0.031$. The daily MW (2010-2011) was \$57.85 (4.45 U.S. dollars). The peso: dollar ratio was 13:1, and spending per capita supply was \$15.6/d in the INADEJ group and \$16.3/d Mexican pesos in the Schools group (equivalent to \approx \$1.28 USD/d).

Most families lived in houses with two or three rooms plus a kitchen. Families that slept two or three persons per room were the most frequent; 56 families (approximately 18%) slept four or more persons per room. The frequency of families where three or more members slept in the same room was higher in the INADEJ group (54%) than in the Schools group (44.5%), $p = 0.06$. A large percentage of the houses were built of brick (walls and ceilings) and almost all had floor tile or cement.

Families in the Schools group used blocks instead of bricks for building the roofs of their houses ($p = 0.006$). That material is more expensive and coincided with higher family income. The vast majority of families in the INADEJ group (89.2%) had intra-household water, while 30.3% of families in the Schools group lacked this service ($p < 0.001$). The majority of families had a container water tank or cistern. Garbage was placed in garbage bags in more than half of the households in both groups. In most homes of both

groups, the collector was responsible for disposing of garbage; excreta disposal was carried out through the drain and approximately 15% had a septic tank. Almost all households had electricity and gas used as fuel. Half of the study population lived in their home with pets, mostly dogs, birds, cats and rabbits. This trait was significantly more common in the INADEJ group ($p = 0.039$).

A 24 h recall dietary survey (RDS 24 h) taken over the weekend showed a lower intake of iron (10.5 mg/d) in the INADEJ group than in the Schools group (13.1 mg/d), $p = 0.058$. The RDS-24h showed a similar average weekday iron intake in both groups (12.6 mg/d); while the consumption of processed foods of animal origin (≥ 3 -5 times/week vs. <1 times/week) was more common in the Schools group than in the INADEJ group (67% vs. 51%, respectively) [RM 2.09 (1.13-3.88), $p = 0.009$].

Ferritin concentration was significantly lower in the INADEJ group (25 $\mu\text{g/L}$) than in the Schools group (60 $\mu\text{g/L}$), $p < 0.001$. The frequency of parasitism was higher in the INADEJ group than in the Schools group (32% vs. 22%, respectively). Giardiasis frequency and the presence of two or more parasites were higher in the INADEJ group [OR = 7.2 (2.25-23.0), $p < 0.001$ and OR 3.86 (1.35-10.98), $p = 0.007$]. Table I shows the risk factors associated with parasites in the INADEJ group and the Schools group. In an analysis of both groups combined, families with lower income,

fathers with unstable employment, low education, and more persons sleeping in the same room and living with animals inside the house were identified as risk factors associated with parasites and iron depletion, Tables II and III. Only one variable was found to be significantly associated with iron depletion in the logistic regression model, and two variables were found to be potentially associated with iron depletion, Table IV.

Discussion

Unlike the balanced ratio between boys and girls in the INADEJ group, in the Schools group, an almost significant predominance in the ratio of boys to girls was observed. The INADEJ group belonged mostly to the urban area of the municipality, whereas the population in the Schools group had a greater number of preschool and school children from rural areas that were distant from the urban area. It is not difficult to assume that the parents of the participants in this mainly rural area more frequently leave girls at home to support their mothers in household chores or other tasks. In a study of the FAO, Lakin and Gasperini¹⁸ analyzed this situation around the world and noted that "local traditions can promote the education of males and assign little value or even negative value to the schooling for girls" and point to many "determinants of inadequa-

Table I
Risk factors associated with parasites in children of Arandas, Jalisco by group

Variable	Parasites		No parasites		OR	CI (95%)	P
	n/N	%	n/N	%			
Father's employment status ^{a*}	16/41	39	24/129	18.6	2.8	1.3-6.04	0.007
Father's schooling ^{b†}	11/21	52.4	7/34	20.6	4.2	1.29-14.0	0.015
Persons per room ^{c*}	13/34	38.2	8/91	8.8	6.4	2.36-17.5	0.001
Living with animals in the home ^{d*}	27/92	29.3	16/98	16.3	2.1	1.06-4.28	0.03

^aInstable vs. Permanent; ^b ≤ 3 years vs. high school; ^c ≥ 4 vs. < 3 ; ^dYes vs. No; *Schools group (n=190); †INADEJ group (n=92).

Table II
Risk factors associated with parasites in children of Arandas, Jalisco. Whole sample (n=282)

Variable	Parasites		No parasites		OR	CI (95%)	P
	n/N	%	n/N	%			
Persons per room*	24/55	43.6	31/149	20.8	3.04	1.56-5.9	0.001
Father's employment status ²	35/95	36.8	31/161	19.3	2.45	1.38-4.33	0.002
Monthly family income ^d	24/71	33.8	21/106	19	2.1	1.04-4.1	0.037
Father's schooling [§]	21/61	34.4	20/103	19.4	2.18	1.06-4.47	0.032
Living with animals in the home ^{**}	46/147	31.3	26/134	19.4	1.89	1.09-3.3	0.023

* ≥ 4 vs. < 3 ; ²Unstable vs. Permanent [§] < 2 Minimum wage (MW) vs. > 3 MS; [§] ≤ 3 years vs. High school or more; ^{**}Yes vs. No.

Table III
Risk factors associated with iron depletion (<20 µg/L) in children in Arandas, Jalisco (n = 282)

Variable	Iron depletion		No iron depletion		OR	CI (95%)	P
	n/N	%	n/N	%			
Father's employment status *	22/107	20.6	15/167	9	2.6	1.29-5.32	0.006
Persons per room?	14/67	24.6	17/158	10.8	2.7	1.23-5.9	0.011
Amebiasis (E. Histolytica) †	9/33	27.3	29/255	11.4	2.9	1.24-6.89	0.01
Giardiasis ‡	5/16	31.2	33/279	11.8	3.3	1.01-10.0	0.028
Two or more parasites ‡	5/16	31.3	33/272	12.1	3.3	1.1-10.1	0.028

*Unstable vs. Permanent; †≥ 4 vs. < 3; ‡Yes vs. No.

Table IV
Factors associated with iron depletion (<20 µg/L) in children in Arandas, Jalisco; a logistic regression model (n = 282)

Variable	β	SE	OR	CI (95%)	P
Father's employment status*	0.80	0.38	2.24	1.061 – 4.711	0.03
Persons per room?	0.79	0.41	2.21	0.995 – 4.922	0.051
Amebiasis (E. Histolytica)†	0.91	0.47	2.48	0.985 – 6.27	0.054

SE: Standard error; *Unstable vs. Stable; †≥ 4 vs. < 3; ‡Yes vs. No.

te education of girls". It is an interesting finding that would require a separate study, as the populations in the region of Los Altos de Jalisco in general, and the town of Arandas in particular, hold conservative beliefs about family, religious and cultural traditions.

We do not know why the average age of the mothers was significantly lower in the INADEJ group than in the Schools group. It was evident that these populations were different in respect to socioeconomic, demographic and educational aspects. For example, the probability of parents with incomplete elementary education was 88% higher in the INADEJ group, despite belonging to the most urbanized area of the municipality. Similarly, the probability of having an unstable job was 5.6 times higher in the INADEJ group than in the Schools group. Additionally, the probability of mothers who supported the family income with some casual labor was 5.2 times higher in the Schools group. These findings mean that factors such as parents with incomplete elementary education, minor monthly family income and unstable working conditions are promoters of suboptimal conditions at home and probably have consequences including stress and food insecurity in the family. It is noteworthy that although the monthly family income was significantly lower in the INADEJ group, food expenditure per capita was very similar to the Schools group, which was very low in both groups.

Other factors that tend to be relevant in the prevalence of parasites such as housing conditions, draina-

ge and garbage disposal were similar in both groups. Only the intra-household water variable was significantly more common in the INADEJ group. This finding is understandable because, as mentioned earlier, most of the children in the INADEJ group lived in the most urbanized area of the municipality, unlike the children in the Schools group. However, the frequency of overcrowding and coexistence with animals at home were more frequent in the Schools group.

These differences in socioeconomic, demographic and educational status may explain why ferritin concentration was significantly lower in the INADEJ group, that the prevalence of iron depletion (ferritin <20 µg/l) was 40.5% in the INADEJ group and that there has been no case of iron depletion in the Schools group. As mentioned earlier, the 24 h dietetic recall taken on the weekend showed a lower intake of iron in the INADEJ group than in the Schools group; while the probability of consumption of processed foods of animal sources was twice as high in the Schools group as in the INADEJ group. These dietary backgrounds have likely influenced the markedly different results in the frequency of iron depletion.

The frequency of parasitism was higher in the INADEJ group than in the Schools group. Additionally, the probability of having giardiasis or two or more parasites were 7.2 and 3.86 times higher, respectively, in the INADEJ group than in the Schools group. The variable of greatest risk for the presence of parasites

in the INADEJ group was low education of the father, while unstable work, the highest number of persons per room and living with animals in the home were variables that increased the risk of parasitism in the Schools group.

By combining the groups (INADEJ and Schools), we observed that lower family income, unstable employment status of the fathers with less education, the largest number of persons per room and living with animals appeared as variables that increased the risk of parasites. Additionally, the unstable condition of the fathers' employment, the greatest number of persons per room, giardiasis, amebiasis and the presence of two or more parasites appear as variables that increased the risk of iron depletion. Apparently, the most important variable was the instability in employment, as this is the only significant variable in the logistic regression model. However, the number of persons per room (overcrowding) and amebiasis had a potentially significant trend.

Although the health conditions and socioeconomic status of these families appear to be better than those observed 10 to 12 years ago⁶, it is clear that the risk of parasites remains, especially when the impoverished socioeconomic conditions persist, fathers have low education levels and employment is unstable.

This findings are important because, as it has been noted¹⁰, iron depletion and parasitic diseases, particularly giardiasis, are pathological diseases that must be identified promptly because regardless of the impact that both have on the cognitive development of the individual^{8, 9, 15, 16, 19}, there is a likelihood that iron depletion becomes deficient due to the high vulnerability and food insecurity conditions in which these children live.

Study limitations are related to sample size and the fact that they refer to a single municipality in the region of Los Altos de Jalisco, México; although inferences regarding similar situations are found in other parts of the country, especially the center, are relatively valid because it is a population with socio-economic, educational and cultural similar features.

In short, if we were to extrapolate the data found in the town of Arandas, Jalisco to other populations of Mexican children living in similar conditions of poverty, overcrowding, poor schooling, job instability and coexistence with animals in the home, we could infer that iron depletion and parasites, especially giardiasis, continue to be public health problems in México. Furthermore, the impact on physical growth and cognitive development of children with these two linked pathological entities has yet to be adequately evaluated.

Acknowledgements

We wish to express our deep appreciation to LN Erika Caro Sabido and Joanie Ramirez-Diaz and the

team of INADEJ for their support in the development of the surveys and to the lab of Dr. Fernando Velarde Rivera for their support in processing the laboratory samples.

Financial support

This project was supported by the Hospital Civil de Guadalajara, Desarrollo integral de la familia de Jalisco (DIF Jalisco), Instituto Alteño para el Desarrollo de Jalisco (INADEJ) and Queens University, Ontario Canada.

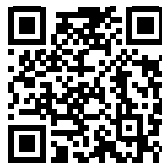
Conflict of interest

None.

References

1. UNICEF, WHO. Prevention and Control of Iron Deficiency Anemia in Women and Children. Geneva, Switzerland: UNICEF/WHO; 1999.
2. Agudelo GM, Cardona OL, Posada M, Montoya MN, Ocampo NE, Marín CM et al. Prevalencia de anemia ferropénica en escolares y adolescentes. Medellín, Colombia. *Rev Panam Salud Publica* 2003; 13: 376-386.
3. Queiroz DMM, Harris PR, Sanderson IR, Windle HJ, Walker MM, et al. (2013) Iron Status and Helicobacter pylori Infection in Symptomatic Children: An International Multi-Centered Study. *PLoS ONE* 2013; 8: e68833. doi:10.1371/journal.pone.0068833.
4. Vásquez-Garibay EM. La anemia en la infancia. *Rev Panam Salud Publica* 2003; 13:349-351.
5. Gutiérrez JP, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, Franco A, Cuevas-Nasu L, Romero-Martínez M, Hernández-Ávila M. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública (MX), 2012
6. Vásquez-Garibay EM, Romero-Velarde E, Nápoles F, Nuño ME, Trujillo F, Sánchez O. Prevalence of iron and iodine deficiency, and parasitosis among children from Arandas, Jalisco, México. *Salud Publica Mex* 2002; 44: 195-200.
7. Beltran-Navarro B, Vasquez-Garibay E, Zarabozo D, Matute E. The effects of chronic iron deficiency on neuropsychological traits in toddlers. *J Child Neurol* 2012; 7: 297-303.
8. Shafir T, Angulo-Barroso R, Jing Y, Angelilli ML, Jacobson SW, Lozoff B. Iron deficiency and infant motor development. *Early Hum Dev* 2008; 84: 479-85.
9. Halterman JS, Kaczorowski JM, Aligne CA, Auinger P, Szilagyi PG. Iron deficiency and cognitive achievement among school-aged children and adolescents in the United States. *Pediatrics* 2001; 107: 1381-6
10. Thorisdottir AV, Gunnarsdottir I, Palsson GI, Gretarsson SJ, Thorsdottir I. Iron status and developmental scores in 6-year-olds highlights ongoing need to tackle iron deficiency in infants. *Acta Paediatr*. 2013; 102: 914-9.
11. Torsvik IK, Markestad T, Ueland PM, Nilsen RM, Midttun O, Monsen ALB. Evaluating iron status and the risk of anemia in young infants using erythrocyte parameters. *Pediatr Res*. 2013; 73: 214-20.
12. Zonta ML, Navone GT, Oyhenart EE. Parasitosis intestinales en niños de edad preescolar y escolar: situación actual en poblaciones urbanas, periurbanas y rurales en Brandsen, Buenos Aires, Argentina. *Parasitol latinoam* 2007; 62: 54-60.

13. Lane S, Lloyd D. Current trends in research into the waterborne parasite Giardia. *Crit Rev Microbiol.* 2002; 28: 123–47.
14. Younas M, Shah S, Talaat A. Frequency of Giardia lamblia infection in children with recurrent abdominal pain. *J Pak Med Assoc.* 2008; 58:171–4.
15. Laishram S, Kang G, Rao Ajjampur SS. Giardiasis: A review on assemblage distribution and epidemiology in India. *Indian J Gastroenterol* 2012; 31: 3–12
16. Berkman DS, Lescano AG, Gilman RH, Lopez SL, Black MM. Effects of stunting, diarrhoeal disease, and parasitic infection during infancy on cognition in late childhood: a follow-up study *Lancet.* 2002; 359: 564–71.
17. Nematian J, Gholamrezanezhad A, Nematian E. Giardiasis and other intestinal parasitic infections in relation to anthropometric indicators of malnutrition: a large, population-based survey of schoolchildren in Tehran. *Ann Trop Med Parasitol.* 2008; 102: 209–14.
18. Lakin M, Gasperini L. La educación básica en las áreas rurales: situación, problemática, perspectivas. En: Educación para el desarrollo rural, 2002. Available at: <http://www.fao.org/sd/erp/2-educacion%20rural%20ext.pdf>
19. Tucker DM, Sandstead HH, Swenson RA, Sawler BG, Penland JG. Longitudinal study of brain function and depletion of iron stores in individual subjects. *Physiol Behav.* 1982; 29: 737–40.



Original/*Pediatría*

Nutritional Support Teams: the cooperation among physicians and pharmacists helps improve cost-effectiveness of home parenteral nutrition (HPN)

Magdalena Pietka¹, Dorota Watrobska-Swietlikowska², Kinga Szczepanek¹, Piotr Szybinski¹, Małgorzata Sznitowska² and Stanisław Kłęk¹

¹Stanley Dudrick's Memorial Hospital, General Surgery and Oncology Unit, 15 Tyniecka Str., 32-050 Skawina, Poland.

²Department of Pharmaceutical Technology, Medical University of Gdansk, Hallera Str. 107, 80-416 Gdansk, Poland.

Abstract

Introduction: Modern home parenteral nutrition (HPN) requires the preparation of tailored admixtures. The physicians' demands for their composition are often at the variance with pharmaceutical principles, which causes the necessity of either the preparation of *ex tempore* admixtures or stability testing ensuring long shelf life. Both approaches are not cost-effective. The aim of the study was to use the cooperation among physicians and pharmacists to assure both: cost-effectiveness and patient-tailored HPN admixtures.

Methods: The first part of the study consisted of the thorough analysis of prescriptions for the most demanding 47 HPN patients (27 females and 20 males, mean age 53.1 year) treated at one HPN center to create few as possible long-shelf life admixtures. The second part of the study consisted of stability testing and modifications.

Results: The analysis showed over 137 variations needed to cover all macro- and micronutrients requirements. Their cost as *ex-tempore* solutions was extremely high (over 110 000 EURO/month) due to logistics and similarly high if stability test for variation were to be performed (68 500 EURO). Therefore prescription was prepared *de novo* within team of physicians and pharmacists and four base models were designed. Water and electrolytes, particularly magnesium and calcium showed to be the major issues. Stability tests failed in one admixture due to high electrolytes concentration. It was corrected, and the new formula passes the test. Five basic models were then used for creation of new bags. Cost of such an activity were 3 700 EURO ($p < 0.01$)

Conclusions: The cooperation within the members of nutritional support team could improve the cost-effectiveness and quality of HPN.

EQUIPOS DE ASISTENCIA NUTRICIONAL: LA COOPERACIÓN ENTRE MÉDICOS Y FARMACÉUTICOS AYUDA A MEJORAR LA RENTABILIDAD DE LA NUTRICIÓN PARENTERAL DOMICILIARIA (NPD)

Resumen

Introducción: La nutrición parenteral domiciliaria (NPD) moderna requiere la elaboración de preparados a medida. Las peticiones de los médicos en cuanto a la composición de estos preparados muchas veces difieren de los principios farmacéuticos, lo que suscita la necesidad de elaboración de preparados *ex-tempore* o unas pruebas de estabilidad que garanticen el almacenamiento a largo plazo. Estas estrategias no resultan rentables. El objetivo del estudio consistió en utilizar la cooperación entre médicos y farmacéuticos para asegurar tanto la rentabilidad, como la elaboración a medida de los preparados NPD.

Métodos: La primera parte del estudio consistió en el análisis pormenorizado de las prescripciones para los 47 pacientes con una NPD más exigente (27 mujeres y 20 hombres, edad media 53,1 años) tratados en un centro NPD para crear el menor número posible de preparados de larga duración. La segunda parte del estudio consistió en pruebas de estabilidad y modificaciones.

Resultados: El análisis demostró que eran necesarias más de 137 variaciones para cubrir todas las exigencias de macro y micronutrientes. Su costo como soluciones *ex-tempore* resultó extremadamente elevado (más de 110.000 EUROS/mes) debido a la logística, e igualmente alto en caso de requerirse una prueba de estabilidad (68.500 EUROS). Así, la prescripción fue preparada *de novo* por el equipo de médicos y farmacéuticos y se diseñaron cuatro modelos básicos. Las dificultades principales fueron el agua y los electrolitos, en particular magnesio y calcio. Las pruebas de estabilidad fracasaron en uno de los preparados debido a la alta concentración de electrolitos. Esto fue corregido, y la nueva fórmula superó la prueba. A partir de ahí se emplearon cinco modelos básicos para la creación de nuevas bolsas. El costo de esta actividad supuso 3.700 EUROS ($p < 0.01$)

Conclusiones: La cooperación entre los miembros del equipo de asistencia nutricional puede mejorar la rentabilidad y la calidad de la NPD.

Correspondence: Dorota Watrobska-Swietlikowska. Department of Pharmaceutical Technology, Medical University of Gdansk. Av. Hallera 107, 80-416 Gdansk, Poland. E-mail: dwatro@gumed.edu.pl

Recibido: 28-VIII-2014.

Aceptado: 12-X-2014.

Keywords: *Home parenteral nutrition. Compounding. Cost-effectiveness. Quality assurance. Physical stability. Nutritional Support Teams.*

Abbreviations

AiO: all in one.
EVA: Ethylene vinyl acetate.
HPN: home parenteral nutrition.
MCBs: multi-chamber bags
NST: Nutritional Support Team.
PN: parenteral nutrition.

Introduction

Parenteral nutrition (PN) requires the intravenous provision of all essential nutrients: proteins, energy, electrolytes, vitamins, trace elements and water¹. PN was introduced into medical practice in 1968 in the United States and it was considered the fourth milestone in surgery after antisepsis, antibiotics and anesthesia². It has become a widely available and recognized method of treatment used in case of the feeding via the gastrointestinal tract is impossible, insufficient or contraindicated³. If a patient requires long-term parenteral nutrition, it is possible to start it on the home basis – it is the home parenteral nutrition (HPN). The main indication for home parenteral nutrition is the intestinal failure, independently on the etiology. The latter include short bowel syndrome, mechanical or paralytic obstruction, dysmotility, fistula, a congenital defect, or malabsorption^{4,5}. The most recent European survey reported the prevalence of 2-40 per million and an incidence of 4-6 per million per year for home parenteral nutrition in patients with benign primary diseases, with 35% having short bowel syndrome⁶.

HPN is usually delivered in as few servings per day as possible, in an overnight and cyclical manner, to improve patients' quality of life as much as possible^{4,6}.

The key factor determining the efficacy and safety of parenteral nutrition is the pharmacologically stable and patient-tailored intravenous admixture. The quality of HPN depends on many factors, such as the composition of the regimen, its relevance for the patient's medical condition, the method for its preparation, the safety and accuracy of the process, and the pharmacological stability of the admixture⁷. Home-based preparation of parenteral nutrition has once been the only option, but it is now more the historical perspective than reality, however still in use in some countries, as it is a high-risk process providing patients with a low quality of life and a lot risk. Multi-chamber bags represent alternative option, but because of their limited availability, the best standard may only be assured by admixtures prepared at the pharmacy unit

Palabras clave: *Nutrición parenteral domiciliaria. Composición. Rentabilidad. Garantía de calidad. Estabilidad física. Equipos de asistencia nutricional.*

with compounding system. They should be delivered to patients' home afterwards with a vehicle dedicated for that purpose, ensuring the proper conditions of transportation. The patients' daily need for nutrients, electrolytes, vitamins and trace elements physicians has been determined by the ESPEN guidelines and must take into account the initial nutritional status of the patient and co-morbidities⁸. Due to the large number of ingredients of PN and their range of concentration, there is theoretically an infinite number of combinations and permutations of regimens that could be requested by physician. However, in practice, the standardization of admixtures has offered opportunity to manage aseptic conditions during preparation and an effective workload⁶. Pharmaceutical principles (GMPs), which ensure the resistance to adverse processes occurring during the preparation, storage, transportation, or the administration, limit the possibility to individualize nutrient doses. That type of approach is possible only if admixtures are prepared on daily basis (so called *ex tempore* admixtures) as the stability of drugs for parenteral administration consists of microbiological stability and physicochemical properties⁷. HPN can be managed that way, but costs of such treatment are extremely high, because bags have to be delivered every day. The latter is also a reason for the relative low quality of life, as patient or care-giver collects PN solutions every day.

There is also another solution to that problem, which is the enabling long shelf life by stability tests for 7, 14 or even 30 days. The testing process is composed of two parts: microbiological and physicochemical evaluation. The latter determines the shelf life, and it is defined by the pharmacological activity of its ingredients. This activity cannot decrease below a value of 10%, moreover, solutions must be free from toxic degradation products. The major stability and compatibility issues can be divided as follows: physicochemical stability of the lipid emulsions, precipitation of chemical components mainly as calcium and phosphate interactions, and stability and compatibility of vitamins⁷.

As those examinations have to be performed in case of any prescription modification and single cost is at least 500 EURO, they are very expensive and strongly affect the cost-effectiveness of HPN.

Aim of the study

The aim of the study was to use the cooperation among physicians and pharmacists, who were members of Nu-

tritional Support Team (NST) to improve the quality of patient-tailored HPN and to limit the costs of home nutrition.

Materials and Methods

The study was conducted in two steps: 1) - clinical evaluation of PN admixtures composition and selecting of standard formulation and 2) – physical testing of the stability of PN admixtures.

Part 1

Analysis of PN prescriptions

The study was performed between January 2011 and April 2012 in the group of 135 HPN at Stanley Dudrick's Memorial Hospital in Skawina, Poland. 47 patients of those, (27 females and 20 males, mean age 53.1 year), were found to be receiving multi-chamber bags (MCBs, n=11) or all-in-one (AiO, n=36) admixtures and additional intravenous electrolyte-containing infusions. The latter ensured the appropriate provision of electrolytes, which could be added to neither AiOs nor MSBs due to impending instability. Patients' characteristics were presented in Figure 1 and 2. All patients signed informed consent.

NST analyzed thoroughly all regimens of all 47 patients. The number of variations necessary to ensure tailored delivery was calculated. The cost of logistics was assessed.

PN formulations were analyzed in regards to their macronutrients (amino acids, glucose, lipid emulsion), micronutrients (trace elements, vitamins and electrolytes) and water content per day afterwards. Consequently, based on those findings, four model formulas were planned. The assumption was made that the logistics had to be limited down to one delivery per week not only to decrease costs, but more importantly to fulfill patients and caregivers' expectations, as the quality of life questionnaire, performed previously, showed that the preferable delivery rate was once a week.

Therefore, new formulas were supposed to undergo tests to ensure safety ranges presented in table I. Those tests guaranteed required 16-day physicochemical stability when stored at 2-8°C, along with 24 hours at room temperature after injection of vitamins and trace elements (added minutes before infusion).

Part 2

Preparation

All new admixtures were manufactured at the Hospital Pharmacy Unit using an automated admixing device Baxa EM 2400 (Baxa Corporation, Englewood, CO, USA) supported by PN calculator Abacus version 2.1. The following components of TPN were commercially avail-

able as sterile and apyrogenic solutions: Aminoplasmal 10% (B. Braun Melsungen AG, Germany), Glucose 40% (B. Braun Melsungen AG, Germany), Lipofundin MCT/LCT 20% (B. Braun Melsungen AG, Germany), Water for Injection (B. Braun Melsungen AG, Germany), Sodium chloride 10% (B. Braun Melsungen AG, Germany), Potassium chloride 15% (Fresenius Kabi AB, Sweden), Magnesium sulphate 20% (Polpharma, Poland), Calcium chlorate 10% (WZF, Poland), Glycophos (organic phosphate containing solution of sodium glycerophosphate, Fresenius Kabi AB, Sweden), Addamel (trace elements, Fresenius Kabi AB, Sweden), Vitalipid N Adult emulsion and Soluvit N lyophilisate for solution (Fresenius Kabi AB, Sweden). All components were placed into final delivery container (ethylene vinylacetate bag, EVA). Admixtures were prepared in two different series, in each two bags were collected. One sample was supplemented with vitamins immediately after preparation, while the other was not. In the second series vitamins were added to both samples. Bags were stored and protected from sun light under controlled temperature of $4\pm 1^\circ\text{C}$ for 16 days after labeling. Four hours before the analysis pre-admixtures were transferred to room temperature, and vitamins (Soluvit N dissolved in Vitalipid N Adult) were added. This step was carried out under non aseptic conditions to simulate home conditions, in which admixtures are prepared by caregivers or nurses.

Physical analysis of complete TPN admixtures

Physical analysis was done by Department of Pharmaceutical Technology of Medical University of Gdansk. Procedures for the stability test were presented in fig.3. Physical analysis of complete admixtures was carried out after 24 h ($4\pm 1^\circ\text{C}$) storage of admixtures ($t=24\text{h}$) – time needed to transport from the Hospital Pharmacy to Gdansk and after 24 h of storage at room temperature, with light protection ($t=24\text{h}+24\text{h}$). The second bags of pre-admixtures were examined immediately after adding vitamins after 16 days of storage at $4\pm 1^\circ\text{C}$ ($t=16\text{ days}$) and after 24 h and 48h of storage at room temperature, with light protection ($t=16\text{days}+24\text{h}$, $t=16\text{days}+48\text{h}$). Complete admixtures were subjected to physical stability analysis consisting of visual inspection, microscopic observation (optical microscope with camera B1 223A Motic, Wetzlar, Germany), pH measurement (pH-meter Orion 350, Beverly, USA, with combination electrode), zeta potential measurement (Zetasizer Nano ZS, Malvern Instruments, Malvern, UK) and determination of oily globules size distribution (laser diffractometer – LD, MasterSizer E Malvern Instruments, Malvern, UK and photon correlation spectroscopy – PCS, Zetasizer Malvern Instruments, Malvern, UK). Laser diffractometry method allows determining the median diameter ($d_{0.5}$ - below this size is a diameter of 50% of oily globules) and the maximum diameter of 90% of oily globules ($d_{0.9}$) whereas PSC method allow to determine Z-average of oily droplets.

Table I
Composition [g/L] of TPN admixtures and CAN parameters

TPN	1	2	3	3a	4
Glucose 40%	136.4	145.8	142.4	142.4	141.4
Aminoacids	34.1	35.0	35.6	35.6	35.9
Lipid emulsion	29.1	27.5	29.5	29.6	30.3
Nitrogen	5.5	5.6	5.7	5.7	5.7
Na ⁺ [mmol/L]	72.7	75.0	75.8	75.8	82.8
K ⁺ [mmol/L]	72.7	75.0	75.8	75.8	82.8
Ca ²⁺ [mmol/L]	7.27	6.67	7.58	6.06	6.90
Mg ²⁺ [mmol/L]	7.27	6.67	7.58	6.06	6.90
Phosphate [mmol/L]	18.1	20.8	18.9	18.9	24.1
CAN [mmol/L]	1096	1022	1138	1060	944

Statistical analysis

The data were analyzed on an intention-to-treat basis with the SPSS v.16 (SPSS Inc., Chicago, IL) software package. The differences in proportions among groups were evaluated using the Chi-square test. Continuous data were analyzed using the Mann–Whitney U test. A p value < 0.05 was accepted as being statistically significant.

Results

Part I

The analysis of 47 patients PN prescription showed 137 various diet modifications needed for the safe and efficient HPN. The most frequently used diets were presented at Table I.

The analysis showed also that 16% of patients required additional supplementation of calcium and 43% magnesium during HPN. The calculated amount of those electrolytes reached up to 10 mmol per day, and had to be supplemented by the use of additional intravenous fluids.

It became clear that previously used formulas neither covered patients' needs nor guaranteed pharmaceutical stability. The cost-effectiveness of changes needed to improve the situation was analyzed next. Two options were considered by NST: ex-tempore manufacturing and stability testing for all necessary PN variations. Both were proven to be equally ineffective in term of cost:

- The simulation showed the mean cost of those AiOs prepared as ex-tempore solutions, of over 110000 EURO/month due to logistics: every day delivery.
- Stability testing for all possible variations would have reached approximately 68 500 EURO.

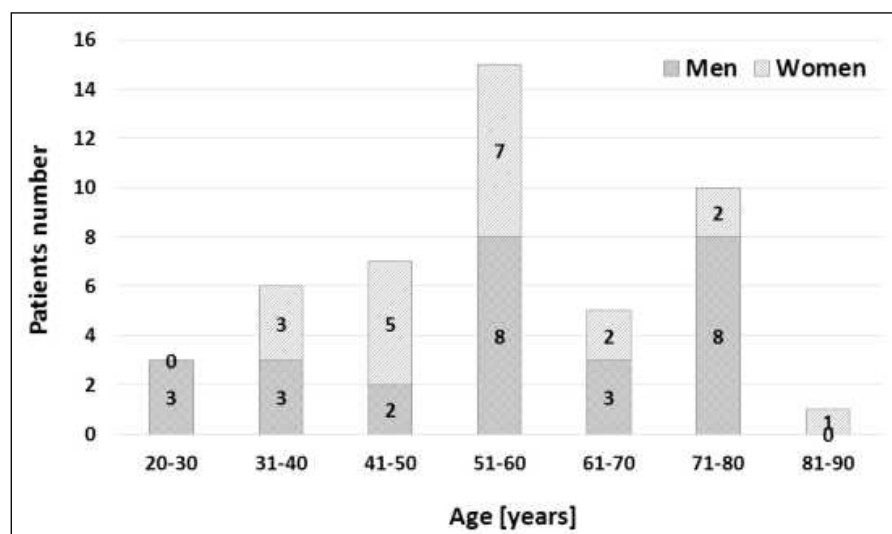


Fig. 1.—HPN study population.

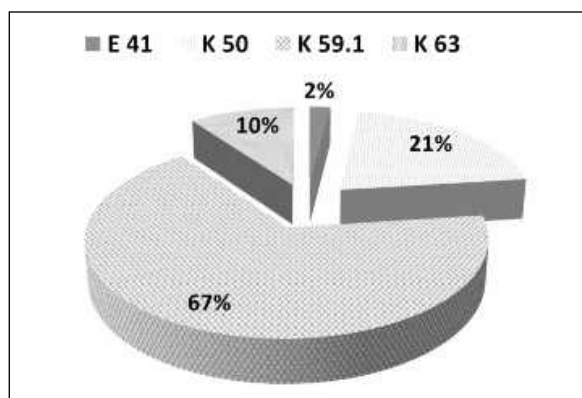


Fig. 2.—HPN classification diseases in the study population.

As both measure were unacceptable on grounds of cost-effectiveness, NST decided to test the hypothesis that it was possible to design long shelf-life model diets with wide safety nutrients range, which could be used for new admixtures afterwards without the necessity for new stability tests. The hypothesis assumed exceeding Critical Aggregation Number (CAN) of PN solutions. As CAN represents one of the most critical rules that must be followed, all necessary safety tests had to be performed.

NST's members prepared four model PN formulas (numbered 01-04) with increased content of calcium, magnesium and reducing water content. The value of Critical Aggregation Number (CAN) in all admixtures exceeded 600 mmol/L. As calcium glubionate was not commercially available due to drug shortage, so it must be replacement with the inorganic calcium chloride had to be used (Table I).

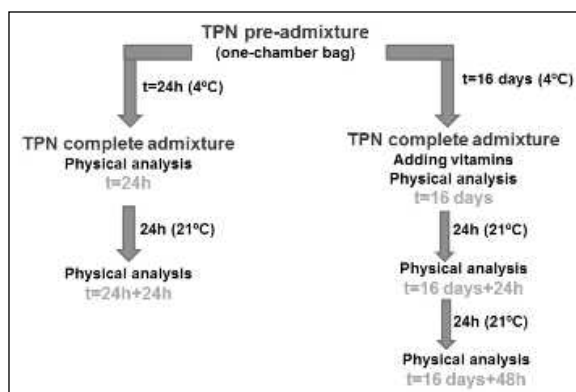


Fig. 3.—Scheme of physical analysis of complete TPN admixtures.

Part 2

Visual and microscopic observations

Subsequently, all admixtures underwent thorough testing as describes above. During the visual check-out all admixtures were homogenous and no creaming was observed after 24 and 48 hours storage at the room temperature. During microscopic observation most of the complete admixtures were characterized by size of oily globules not larger than $1 \mu\text{m}$, which are safe for patients (Figure 4). Larger oily droplets about $6 \mu\text{m}$, up to $10 \mu\text{m}$ were noticed in complete admixture TPN 3 just after 24h at room temperature (Figure 5). Those were noticed in two batches, hence the admixture number 3 was described as unstable and sent for revision.

The calcium and magnesium content in the unstable AiO was reduced and the revised TPN 3 composition was analyzed again. The size of oily globules in modified ad-

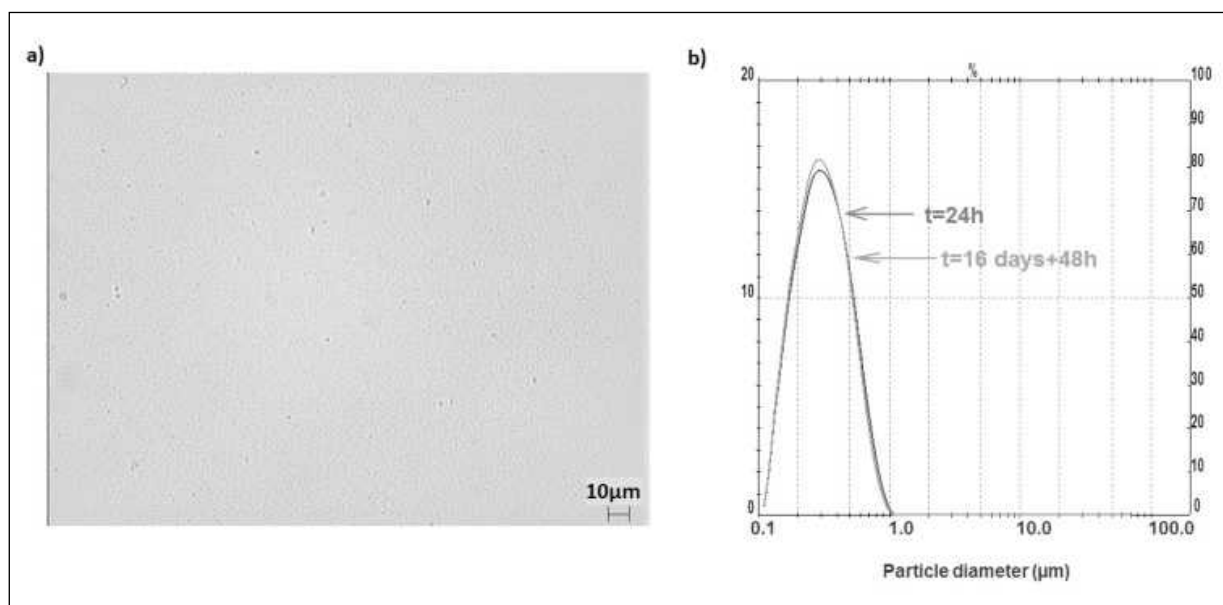


Fig. 4.—Complete TPN admixture 3a - microscopic observation (scale $10 \mu\text{m}$) at $t = 16 \text{ days} + 48\text{h}$ (a) and size distribution of oily droplets (b).

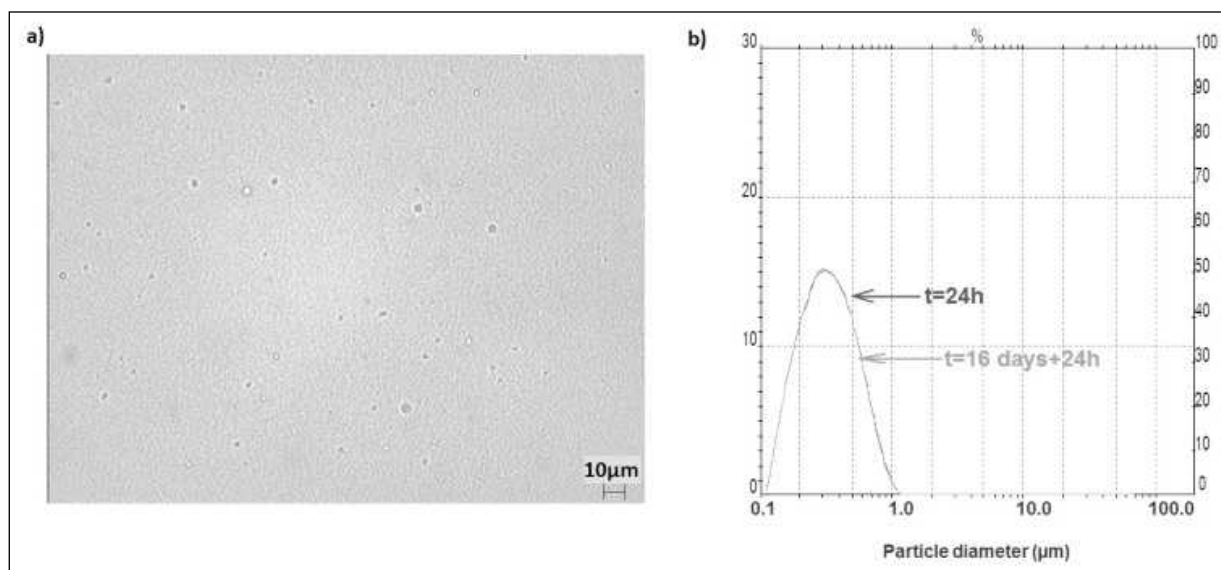


Fig. 5.—Unstable TPN admixture 3 - microscopic observation (scale 10 μm) at $t=24\text{h}$ (a) and size distribution of oily droplets (b).

mixture TPN 3a was smaller than 1 μm (Figure 4) and no destabilization was observed during the storage.

The detailed pharmaceutical data are presented below:

Oily droplet size distribution

a/ Laser diffractometry method

No oily globules larger than 1 μm were detected in any of admixtures using laser diffractometry method (Figure 4 and 5). Mean ($d_{0.5}$) oily droplets size was 290-310 nm and 90% of oily droplets ($d_{0.9}$) were under 530-590 nm (Figure 6). Oily droplets size did not change after storage for 24h and 48h of complete admixtures at room temperature (Figure 4). It was noted that time of storage of pre-admixtures without vitamins in one-chamber bags

had no influence on droplet size distribution (Figure 5). No differences were noticed between stable and unstable TPN admixtures (3 and 3a, see above) in detection of oily droplets size using laser diffractometry (Figure 4 and 5).

b/ PCS method

Z-average parameter measured using PCS method was between 250-295 nm despite various compositions (Figure 7). Slight changes during storage of TPN admixtures were observed but they were not significant ($p < 0.05$).

Zeta potential

The zeta potential observed in admixtures was negative and ranged from -21.5 to -24 mV (Figure 8). Des-

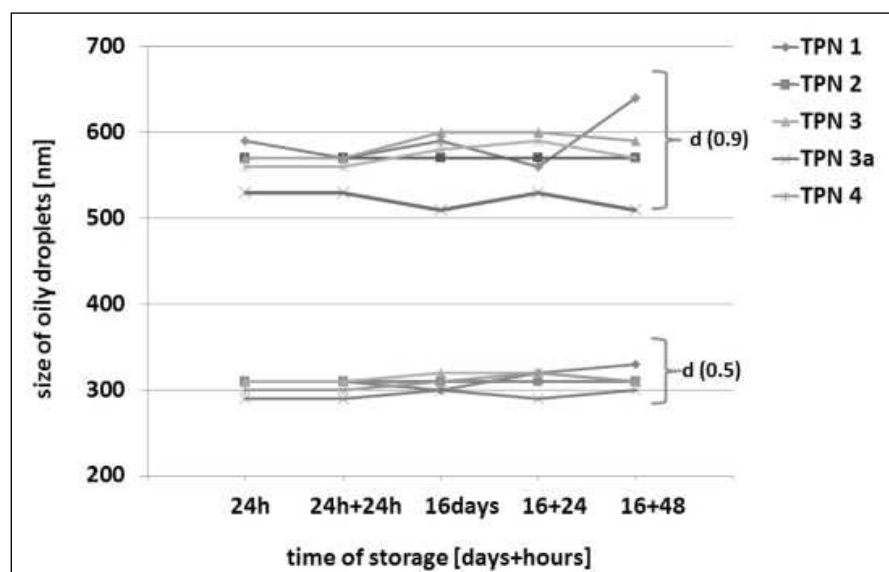


Fig. 6.—Size of oily droplets [nm] of TPN admixtures - the effect of storage.

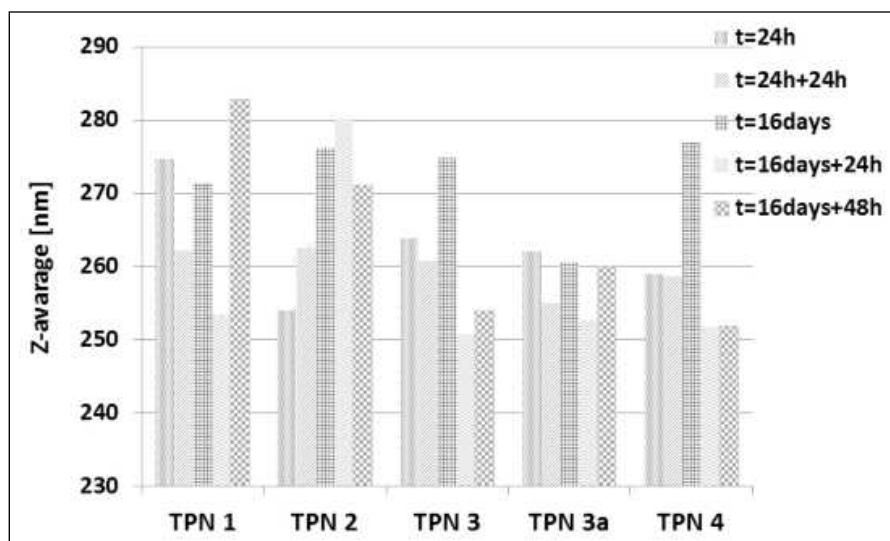


Fig. 7.—Z-average parameters of TPN admixtures - the effect of storage.

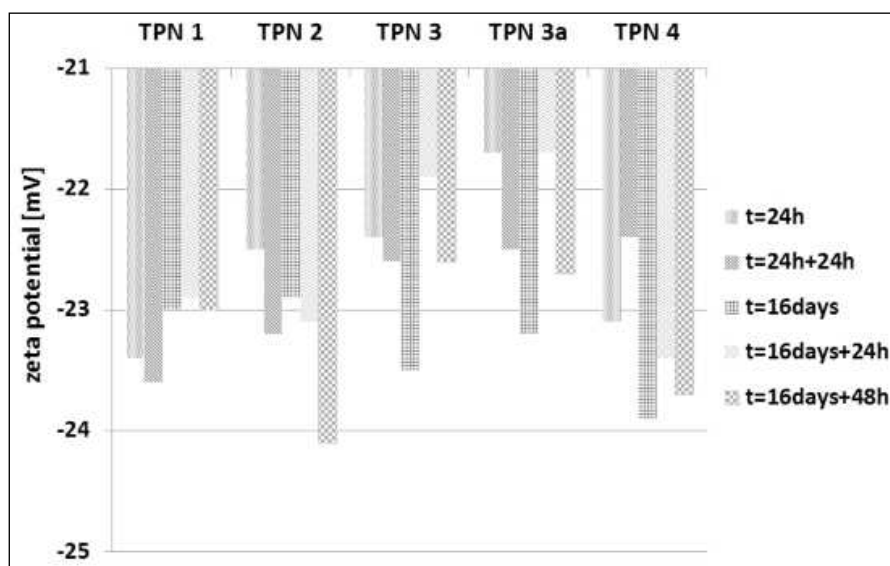


Fig. 8.—Zeta potential of the complete admixtures - the effect of storage.

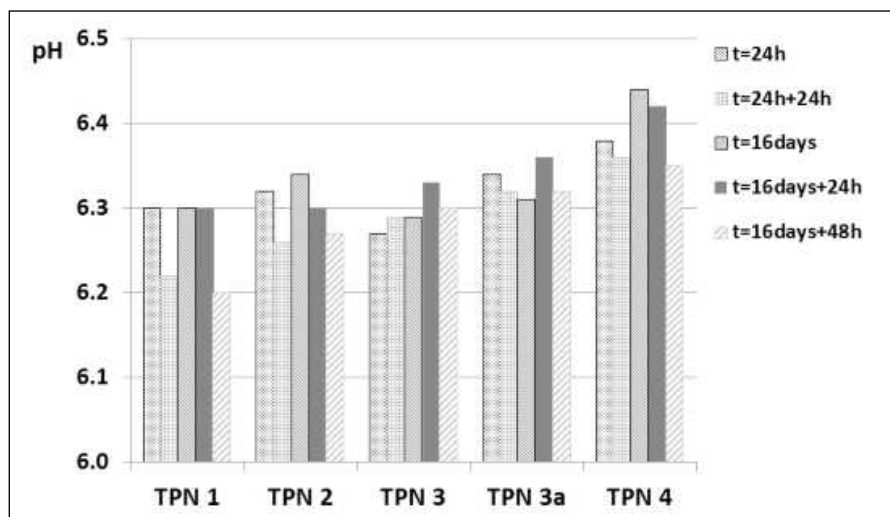


Fig. 9.—The pH values of the complete admixtures - the effect of storage.

pite various compositions of admixtures, only small changes in zeta potential were observed.

pH measurement

The pH values in TPN admixtures ranged between 6.2 – 6.5 and did not change during storage (Figure 9).

Microbiological stability

Microbiological stability was tested after 16 days of storage under controlled temperature of $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ and 24 h of storage at the room temperature in accordance with the monograph European Pharmacopeia concerning sterile parenteral formulations. The mixtures were sterile during time of storage and administration.

Cost effectiveness

The cost of stability tests needed for proving all new AiO admixtures reached 2 500 EURO. Cost of PN components, HPN bags, and workloads used for that process was 1 200 EURO.

Cost of all procedures needed for the creation of new admixtures reached 3,700 EURO and were significantly lower than simulated costs presented above ($p < 0.01$).

An additional gain in regards to cost-effectiveness, was the use of four just created formulas for all new coming patients, which reduced future charges to zero.

Discussion

AIO admixtures are complex formulations with limited stability and narrow shelf life. The key factor determining the efficacy and safety of parenteral nutrition is the pharmacologically stable and patient-tailored intravenous admixture. The quality of HPN depends on many factors, such as the composition of the regimen, its relevance for the patient's medical condition, the method for its preparation, the safety and accuracy of the process, and the pharmacological stability of the admixture, as described above.

Costs of HPN include mostly costs of the admixtures (substrates, workloads, pharmaceutical examinations, etc.), everyday care (physicians and nurses surveillance), laboratory tests and imaging modalities and logistics. It is also compulsory nowadays to fight for the improvement of patient's quality of life. The most important issues of HPN comprise AiO admixtures (size, volume, content) and the delivery. One has to deal with those problems effectively to provide valuable and safe PN. Those aims may sometimes, however, be at the variance and hence it is important to enable HPN teamwork.

It is even more complicated if someone realizes that a typical admixture is composed of about 40-50 components and it is an oil-in-water emulsion. The lipid emulsion is the most sensitive part of TPN. Its use must meet specific requirements. The size of fat globules should be similar to natural chylomicrons, with a physiological upper limit of particles size at about $5\ \mu\text{m}$. The stability of the lipid emulsion is maintained by mechanical and electrostatic repulsive forces counteracting the coalescence of small oil droplets dispersed by an emulsifying agent. Surrounding medium pH, electrolytes, trace elements, and other additives may reduce the repulsive forces among the particles resulting in emulsion destabilization⁹⁻¹². An important factor influencing physical stability of fat particles is critical aggregation number (CAN). CAN is associated with cationic concentrations at which lipid particles aggregate. Calculation of the CAN is accomplished using the following formula: $\text{CAN} = a + 64b + 729c$, where *a* stands for monovalent, *b* for divalent, and for trivalent cations molar concentrations. This measure equals to the total amount of cations and it should be less than $600\ \text{mmol/L}$ ^{7,9}. It should be noted, however, that the value of CAN is strictly theoretical, and the stability of the lipid emulsion is affected by many additional factors, so it is possible to exceed the CAN while the stability of emulsion is maintained.

As proven above, NST work succeeded in the creation of new formulas, able to cover demands of all patients. Value of CAN in all tested admixtures was greater than 600 (in range 944-1138, Table I), because of high calcium and magnesium concentration ($6.1-7.6\ \text{mmol/L}$). In microscopic observation all, except for one, complete TPN admixtures were characterized by oily globules not larger than $1\ \mu\text{m}$, which are safe when intravenously administered. Only one complete admixture (TPN 3) was unstable because of oily globules size of about 6 up to $10\ \mu\text{m}$ (Figure 4) and had to be modified.

The unintended presence of precipitation and toxic products can cause various negative consequences for the patient. This can range from thrombophlebitis up to multi-organ failure. Adverse effects of drug incompatibilities extend periods of patients' hospitalization and the total costs^{13,14}. Therefore a long term quality assurance of admixtures in HPN is very important. Investigation, testing and quality control of parenteral nutrition are analytical challenges. Tests are expensive and time-consuming. Standardization of PN formulations could be helpful to limit the cost of stability analysis's, risk of pharmaceutical instability and to meet the most needs of patients. The goal cannot be achieved, however, only by the pharmacists. The cooperation between physicians and pharmacists is necessary to achieve that goal as aims of both groups are often contraindicating. Physicians demand high electrolytes content with a small volume to improve patient's quality of life, while pharmacist have to ensure the stability of admixture.

The following study proved that following even rigorous pharmaceutical principles for the admixtures preparation might not limit physicians in the creations of patient-tailored admixtures. New PN are available in the described HPN center since August 2012. Actually, there are no patients, who require additional supplementation of calcium or magnesium as extra infusions during HPN.

Conclusions

Only the cooperation and mutual understanding and trust between physicians and pharmacists allow achieving a successful nutritional therapy. It was proven obvious that NST actions allow improving outcome and cost-effectiveness, and they should be recommended for every HPN center.

Conflict of interest

The authors hereby declare that the article is original, is not under consideration for publication anywhere else and has not been previously published. Moreover, the authors declare no potential or actual personal, political or financial interest in the material, information or techniques described in the paper.

Statement of authorship

All authors state that all authors have made substantial contributions and final approval of the conceptions, drafting, and final version of the manuscript.

References

1. Pittiruti M, Hamilton H, Biffi R, MacFie J, Pertkiewicz M. ESPEN guidelines on parenteral nutrition: central venous catheters. *Clin Nutr* 2009; 28: 365-77.
2. Vinnars E, Wilmore D. History of parenteral nutrition. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* 2003; 27: 225-231.
3. Cebulski W, Ciszewska-Jędrasik M, Karwowska K i in. Standardy żywienia pozajelitowego i żywienia dojelitowego. Wydawnictwo Lekarskie PZWL Warszawa 2005.
4. Bozzetti F, Arends J, Lundholm K, Micklewright A, Zurcher G, Muscaritoli M et al. ESPEN Guidelines on Parenteral Nutrition: non-surgical oncology. *Clin Nutr* 2009; 28: 445-54.
5. Staun M, Pironi L, Bozzetti F, Baxter J, Forbes A, Joly F, Jeppesen P, Moreno J, Hébuterne X, Pertkiewicz M, Mühlbach S, Shenkin A, Van Gossum A. ESPEN Guidelines on Parenteral Nutrition: Home Parenteral Nutrition (HPN) in adult patients *Clin Nutr* 2009; 28: 467-479.
6. Wanten G, Calder P, Forbes A. Managing adult patients who need home parenteral nutrition. *BMJ* 2011; 342: 1447-1451.
7. Ciszewska-Jędrasik M, Zasady sporządzania i stabilność pediatrycznych mieszanin odżywczych. *Pediatrica Współczesna* 2006; 2: 126-130.
8. Pertkiewicz M, Szczygieł B, Sobotka L, Dudrick SJ. Basics in clinical nutrition: Composition of nutritional admixtures and formulas for parenteral nutrition. *e-SPEN* 2009; 4: e161-e163.
9. Janu M, Brodská H, Vecka M, Masteiková R, Kotrlíková E, Lažauskas R, Pečiūra R, Bernatoniene J. Comparison of long-term stability of parenteral all-in-one admixtures containing new lipid emulsions prepared under hospital pharmacy conditions. *Medicina (Kaunas)* 2011; 47: 323-33
10. Bouchoud L, Sadeghipour F, Klingmüller M, Fonzo-Christe C, Bonnabry P. Long-term physico-chemical stability of standard parenteral nutrition for neonates. *Clin Nutr* 2010; 29: 808-812.
11. Télessy IG, Balogh J, Turmezei J, Dredán J, Zekó R. Stability assessment of o/w parenteral nutrition emulsions in the presence of high glucose and calcium concentrations. *J Pharm Biom Analysis* 2011; 56: 159-164.
12. Télessy IG, Balogh J, Csempeš F, Szenté V, Dredán J, Zekó R. Comparison of the physicochemical properties of MCT-containing fat emulsions in total nutrient admixtures. *Colloids and Surfaces: B: Biointerfaces* 2009; 72: 75-79.
13. Gianino MM, Vallino A, Minniti D, Abbona F, Mineccia C, Silvapiana P and Zotti CM. A method to determine hospital costs associated with nosocomial infections. *Ann Ig* 2007; 19: 381-392.
14. Gikic M, Di Paolo ER, Pannatier A and Cotting J. Evaluation of physicochemical incompatibilities during parenteral drug administration in a paediatric intensive care unit. *Pharm World Sci* 2000; 22: 88-91.
15. Jakubczyk M, Meler A, Kaźmirczuk R et al. Destabilizacja mieszaniny odżywczej w standardowym zestawie. *Pediatrica Współczesna*. 2011; 3: 184-186.



Original/*Pediatría*

Neofobia alimentaria: impacto sobre los hábitos alimentarios y aceptación de alimentos saludables en usuarios de comedores escolares

Alejandra Rodríguez-Tadeo¹, Begoña Patiño Villena², Rene Urquidez-Romero³, María Elena Vidaña-Gaytán⁴, María Jesús Periago Caston¹, Gaspar Ros Berruero¹ y Eduardo González Martínez-Lacuesta².

¹Nutrición y Bromatología. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. ²Servicios Municipales de Salud. Concejalía de Bienestar Social y Sanidad. Ayuntamiento de Murcia. España. ³Salud Comunitaria. Instituto de Ciencias Biomédicas. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. ⁴Nutrición clínica y de la salud. Instituto de Ciencias Sociales y Administración. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. México.

Resumen

Introducción: En los niños la neofobia puede afectar las elecciones alimentarias y limitar la variedad de la dieta así como afectar la aceptación sensorial de nuevos alimentos.

Objetivo: Identificar el impacto de la neofobia alimentaria en los hábitos alimentarios y preferencias de alimentos saludables en usuarios de comedores escolares en la ciudad de Murcia.

Materiales y Métodos: Participaron 242 escolares de segundo y tercer ciclo de educación primaria, de 8-12 años, con estratificación por sexo y ciclo escolar. Se aplicó una encuesta de hábitos y preferencias alimentarias, neofobia alimentaria y aceptación de alimentos de consumo habitual en el comedor. Además se realizó una prueba sensorial y se midió el consumo de ensaladas y frutas en el comedor, mediante el método de pesada.

Resultados: La prevalencia de neofobia fue de 16%, sin diferencia entre sexos, ciclo escolar, tiempo del uso del comedor, origen de los padres y tener sobrepeso o bajo peso. La neofobia se asoció a un detrimento en el consumo de verduras y frutas, el gusto por las legumbres y menor consumo de cereales y sus derivados en el desayuno y a menor preferencia de frutas, verduras y hortalizas ($p < 0.05$). A mayor nivel de neofobia menor fue la aceptación otorgada a alimentos como pollo y lentejas ($p < 0.05$), ensaladas, fruta y guisos ($p < 0.001$). La neofobia no afectó la aceptación hedónica de frutas y ensaladas consumidas en el comedor escolar.

Conclusiones: Es necesario integrar esta información a los involucrados a fin de garantizar una mejoría en el consumo de alimentos saludables.

(Nutr Hosp. 2015;31:260-268)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7481

Palabras claves: *Neofobia alimentaria. Comedores escolares. Aceptación alimentos. Preferencias alimentarias.*

Correspondencia: Alejandra Rodríguez Tadeo.
Nutrición y Bromatología.
Dpto. de Tecnología de los Alimentos, Nutrición y Bromatología.
Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia.
Campus de Espinardo, 30100 – Murcia, España.
E-mail: alejandra.rodriguez1@um.es

Recibido: 3-IV-2014.
1.ª Revisión: 6-V-2014.
Aceptado: 21-IX-2014.

FOOD NEOPHOBIA: IMPACT ON FOOD HABITS AND ACCEPTANCE OF HEALTHY FOODS IN SCHOOLCHILDREN

Abstract

Introduction: In children, food neophobia may affect food choices and limit the variety of the diet as well as affect the sensory acceptance of new foods.

Objective: To identify the impact of food neophobia in food habits and preferences of healthy food in school canteens users in the city of Murcia.

Materials and Methods: A total of 242 children in the second and third cycle of primary education (8-12 years), were included, stratified by sex and school year. A survey of habits and food preferences, food neophobia and acceptance of foods commonly consumed in the dining room was applied. In addition, a sensory test was conducted and the consumption of salads and fruits in the room was measured by the weighing method.

Results: The prevalence of neophobia was 16%, without difference by sex, academic year, time to use service, parental origin and being overweight or underweight. Food neophobia was associated with a detrimental effect on the consumption of vegetables and fruit, the taste for vegetables and lower consumption of cereals and cereal at breakfast and preferably less fruit and vegetables ($p < 0.05$). A higher level of neophobia less acceptance was given to foods like chicken and lentils ($p < 0.05$), fruit, salads and legumes ($p < 0.001$). Food neophobia did not affect the hedonic acceptance of fruit and salads consumed in the cafeteria.

Conclusions: It is necessary to integrate this information to stakeholders to ensure an improvement in the consumption of healthy foods.

(Nutr Hosp. 2015;31:260-268)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7481

Keywords: *Food neophobia. School canteens. Food acceptance. Food preferences.*

Introducción

El término neofobia alimentaria se definió como la resistencia a comer y/o evitar probar nuevos alimentos¹. El nivel de neofobia varía dependiendo de los individuos y puede verse afectada por aspectos culturales, económicos, edad, sexo, educación y urbanización²⁻⁴. De acuerdo al nivel de neofobia alimentaria, se ha reportado en la bibliografía tres tipos de consumidores, entre estos los neofílicos quienes aceptan alimentos que no les son familiares, los neofóbicos que rechazan los alimentos no familiares y una categoría promedio entre ambas^{5, 6}. La neofobia también puede afectar las puntuaciones dadas a los nuevos alimentos en las pruebas de aceptación sensorial^{7, 8}. Igualmente, se ha informado que aunque la neofobia tiene un alto porcentaje heredable (78%), casi una cuarta parte se explica por factores ambientales⁹.

En los niños la neofobia puede afectar a las elecciones alimentarias y por tanto, limitar la variedad de la dieta^{6, 10}. En preescolares, las evidencias apuntan que a mayor nivel de neofobia existe una mayor reducción de preferencias de todos los grupos de alimentos¹¹, un menor consumo de frutas, verduras¹² y de alimentos ricos en proteínas, y también una reducción en el consumo de calorías totales^{13, 14}. Además, se ha reportado que la neofobia alimentaria y la ingestión de frutas y verduras de los padres predicen el consumo de estos alimentos¹⁵, aunque existen factores, como la especial sensibilidad al sabor amargo que se da en algunos niños, que contribuyen al rechazo de las verduras¹⁶.

Algunas evidencias indican que en escolares, la presencia de neofobia alimentaria impacta en una baja evaluación de determinados grupos de alimentos como son los quesos, las frutas, las verduras y hortalizas, el pescado, los cereales y los alimentos étnicos¹⁷. Así como un menor consumo de verduras¹⁸, y que las elecciones de alimentos de los padres parece influir en las respuestas de los niños a los nuevos alimentos¹⁹.

Debido a que la neofobia alimentaria puede tener un impacto negativo sobre la diversidad alimentaria de la población y de forma particular en el consumo de determinados alimentos recomendados, como los vegetales o el pescado²⁰, se decidió describir la presencia de la neofobia alimentaria en un grupo de población escolar de Murcia (España) que son usuarios del servicio de comedor de los centros educativos. La información recolectada servirá tanto para la empresa colaboradora y podrá integrarse al programa educativo de los colegios a fin de conseguir una mejoría en el consumo de alimentos y la adherencia al patrón de Dieta Mediterránea.

Objetivos

Los objetivos del presente trabajo de investigación fueron: a) Identificar el impacto de la neofobia alimentaria en la adherencia a la dieta mediterránea en usua-

rios de comedores escolares en la ciudad de Murcia; b) Describir el impacto de la neofobia alimentaria en las preferencias de alimentos en el hogar y en el comedor escolar mediante cuestionario y c) Asociar la presencia de neofobia alimentaria con el consumo de frutas y verduras mediante pesado de alimentos durante del menú escolar.

Materiales y métodos

Diseño: Se invitó a participar a los 24 colegios de la ciudad de Murcia donde el servicio de comedor era suministrado por una empresa de catering interesada en la mejora de la calidad de la prestación. Se solicitó la autorización de la dirección y consejo escolar de cada uno de los centros seleccionados. Respondieron a la invitación 11 colegios, 3 concertados y 8 públicos. La dirección de cada colegio entregó por escrito una invitación a los padres de los usuarios, haciendo énfasis en la importancia de la recolección de la información para el servicio que se ofrece en el comedor. La encuesta se envió a todos los usuarios de los comedores que aceptaron participar en el estudio, y fueron cumplimentadas por los padres devolviéndolas a los monitores en el periodo de la semana de la prueba. Previa autorización por escrito de los padres, cada usuario que entregó la encuesta, participó en la prueba sensorial y de registro de alimentos en el comedor del centro educativo. En la encuesta se incluyeron aspectos demográficos como edad, sexo, curso, tiempo de uso del comedor y origen del padre o tutor responsable del menor que respondió la encuesta.

Participantes: El protocolo y diseño del estudio cumplió las normas de investigación en humanos, y se obtuvo consentimiento informado de los padres o tutores de todos los menores que participaron en el estudio. La muestra fue de 242 participantes y cumplió con el 5% de margen de error y el 95% de nivel de confianza. Se estratificó por sexo y ciclo escolar: segundo ciclo (3º y 4º curso) y tercer ciclo (5º y 6º curso) de educación primaria, con edades comprendidas entre 8 y 12 años. Se apreció que el número de usuarios del comedor de tercer ciclo es menor sobre todo de sexto curso.

Encuesta de hábitos y preferencias alimentarias: La encuesta comprendía dos apartados, el primer apartado donde los padres o tutores respondían a las mediciones antropométricas del niño, como peso y talla (auto-reporte) y preferencias alimentarias utilizando una lista de 28 alimentos, entre estos, cereales y derivados (pan o tostadas de pan blanco e integral, cereales de desayuno, bollería, arroz y pasta), legumbres (lentejas, garbanzos y alubias), bebidas (zumos naturales de frutas o verduras, agua, refrescos, leche), alimentos de origen animal (quesos, pescados, carne, pollo, huevo, derivados cárnicos y embutidos), alimentos precocinados (san Jacobo, croquetas, palitos de queso y pescado y nuggets); comida rápida (pizzas y hamburguesas) y el

grupo de frutas y verduras. La preferencia se registró con la siguiente puntuación: 1= muy desagradable, 2= moderadamente desagradable, 3= un poco desagradable, 4= ni agradable ni desagradable, 5= poco agradable, 6= moderadamente agradable y 7= muy agradable.

El segundo apartado, correspondiente al escolar, incluyó la encuesta sobre adherencia a la dieta mediterránea y la aceptación hedónica de distintos alimentos servidos habitualmente en el comedor escolar. Para evaluar la adherencia a la dieta mediterránea se utilizó el cuestionario "Kidmed", validado para población española en el estudio enKid²¹, considerando una pobre adherencia 3 puntos o menos, mediana adherencia entre 4 y 7 puntos y buena adherencia 8 puntos o más. En cuanto al registro de aceptación hedónica, se evaluaron 28 alimentos de uso frecuente en el comedor escolar (elegidos del menú mensual), incluyendo ensaladas, purés de verduras, legumbres, arroces, pastas, tortillas, pescado (filete y en guisos), pollo (asado y en guisos), carnes (lomo, guisos con ternera), derivados cárnicos como jamón york, salchichas y hamburguesas, alimentos precocinados como San Jacobo, croquetas y nuggets, pan blanco e integral y de fruta, yogur y helado (usados como postre). La escala utilizada fue: 1=super malo, 2= muy malo, 3= malo, 4= ni bueno ni malo, 5=bueno, 6=muy bueno y 7=super bueno.

Asimismo respondieron sobre el conocimiento, consumo y aceptación de una lista de 18 frutas y 19 verduras y hortalizas, con escala de 4 puntos: 1= no la conozco, 2= la conozco pero no la he probado, 3= la he probado y no me gusta y 4= la he probado y me gusta. Se consideró la preferencia cuando la respuesta fue 4.

Neofobia alimentaria: Para evaluar la neofobia alimentaria se utilizó una encuesta con 10 ítems que fueron recodificados para su definición. Los ítems 1, 4, 6, 9 y 10 se evaluaron de la siguiente manera: 1=Completamente de acuerdo, 2=Moderadamente de acuerdo, 3=Ligeramente de acuerdo, 4=Ni en acuerdo, ni en desacuerdo, 5=Ligeramente en desacuerdo, 6=Moderadamente en desacuerdo y 7=Completamente en desacuerdo. Los ítems 2, 3, 5, 7 y 8, se evaluaron de forma contraria a los anteriores, donde 1=Completamente en desacuerdo y 7=Completamente de acuerdo. Esta escala, que ha sido validada recientemente para población española adulta²², fue respondida por los padres y tutores sobre los hábitos de sus hijos. La identificación de la neofobia se definió como >1 desviación estándar de la media como se reporta en la bibliografía¹.

Evaluación hedónica de ensaladas y frutas: Se preguntó a cada participante la valoración del nivel de aceptación de la ensalada y de la fruta consumida durante una semana lectiva del menú escolar. Se consideró la evaluación sólo de aquellos participantes con 3 valoraciones o más, realizando una media geométrica por alimento. La aceptación se midió mediante una escala hedónica de 7 puntos, donde 1=super malo, 2= muy malo, 3= malo, 4= ni bueno, ni malo, 5= bueno, 6= muy bueno y 7= super bueno²³.

Valoración del consumo de ensaladas y frutas: Dos

dietistas entrenadas pesaron las ensaladas y frutas servidas durante una semana lectiva del menú escolar, utilizando una balanza digital de precisión (TOPCOM 200). Se realizó observación directa durante la comida, a fin de registrar cuando los alumnos repetían alguna porción de alimento, para sumarlo a la cantidad servida inicialmente. Posterior a la comida, se pesaron los residuos de estos alimentos que quedaban en cada bandeja, estimando la cantidad neta consumida. Debido a que son alimentos que se ofertan varios días de la semana, se calculó el consumo medio en gramos y en energía (kilocalorías) aportada previo análisis nutricional en el programa informático Alimentación y Salud 2.0 (General ASDE, SA, Valencia).

Análisis estadístico: La distribución normal de variables cuantitativas se verificó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Para la comparación de medias entre grupos (con y sin neofobia) de las variables cuantitativas como gramos de alimentos consumidos y energía, se realizó mediante la prueba de t de Student para muestras independientes y en variables cualitativas la prueba no paramétrica χ^2 . Se hizo un análisis de consistencia interna de la escala de neofobia (alfa de Crombach), así como estadística descriptiva de los ítems de la encuesta y sus correlaciones. Las asociaciones entre la neofobia alimentaria, preferencias alimentarias y evaluación hedónica de alimentos consumidos en el comedor escolar mediante la correlación de Spearman. Dado que los datos de la apreciación hedónica no fueron normales, se utilizó el análisis U de Man-Whitney para establecer diferencias entre los grupos. También se realizó un análisis de regresión logística multivariado por pasos para establecer los factores predictores independientes de la aceptación de ensaladas. A través de un análisis univariado se seleccionaron las variables con un valor de $p \leq 0.2$. Posteriormente se usó un valor de $p \leq 0.05$ para la selección de los predictores independientes. Todos los análisis han considerado la probabilidad de 95% de confianza, mediante el paquete estadístico SPSS versión 21.0.

Resultados

En relación a la muestra que participó en el presente estudio, se recogieron un total de 242 encuestas, cumpliendo con la estratificación por sexo al obtener una igual proporción de participación entre niños y niñas. La distribución de participación por ciclo educativo fue del 58% para el segundo ciclo y del 42% para el tercer ciclo. El 98% de los encuestados consumían los alimentos de forma frecuente en el comedor escolar (3 días o más por semana) y el 91% usaban el servicio desde hace un 1 año o más. Las madres respondieron el 87% de las encuestas entregadas, los padres el 11% y el resto (2%) el tutor, cuidador u otro familiar. Las características de los escolares se describen en la Tabla I.

Tabla I <i>Características de los escolares participantes</i>		
	<i>n</i>	<i>%</i>
Uso frecuente*	233	98
<i>Sexo</i>		
Niño	123	51
Niña	119	49
<i>Ciclo</i>		
Segundo	140	58
Tercero	102	42
<i>Tiempo de uso de comedor</i>		
Menos de 1 año	20	9.2
1 a 3 años	41	18.8
4 años o más	157	72.0
<i>Estado nutricional</i>		
Normopeso	181	91.4
Bajo peso	7	3.5
Sobrepeso	10	5.1

*Uso frecuente= 3 días o más.

Neofobia alimentaria: La escala de neofobia realizada a los padres sobre los hábitos de sus hijos, tuvo una buena fiabilidad (alfa de Crombach=0.80) similar a los adultos españoles²². Las puntuaciones de la escala de neofobia fueron entre 11 y 69. El promedio fue de 37.9 (DE: 13.1), y se definió como neofobia alimentaria a usuarios con 51 a 69 puntos, el grupo promedio entre 25-50 puntos y neofílicos entre 11 y 24 puntos, como lo recomiendan los autores¹. La descripción de cada ítem de la encuesta se encuentra en la Tabla II.

La prevalencia de neofobia fue de 16.1%, mientras que el 66.5% de los participantes se incluyeron en el grupo promedio y el 17.4% en la categoría de neofílicos. No se encontraron diferencias de las proporciones de neofobia en función del sexo, ciclo escolar, tiempo del uso del comedor, origen de los padres y estado nutricional.

En cuanto a la adherencia a la Dieta Mediterránea, el 57.2% de los usuarios tienen una buena adherencia, 40.1% una mediana adherencia y sólo 2.7% una baja adherencia. Además, se observó que la neofobia estuvo inversamente relacionada con la puntuación del Kidmed, es decir a mayor neofobia, menor adherencia ($r=-303$, $p<0,001$). Este hecho muestra claramente que la neofobia se asocia significativamente con un detrimento en el consumo de los alimentos que favorecen la adherencia, especialmente con el consumo de las verduras y frutas, legumbres y cereales y sus derivados en el desayuno (Tabla III).

De acuerdo a las encuestas de aceptación de los alimentos servidos de forma habitual en el comedor escolar, las puntuaciones en general fueron buenas, ya que no se registraron valoraciones negativas de ninguno de los alimentos. Los alimentos mejor valorados fueron la pizza, helado, pasta seca (macarrones y espaguetis), salchichas, hamburguesa, pan blanco, leche, pollo, yogur, arroz, frutas, tortillas y alimentos precocinados. Entre los menos valorados se encontraron las ensaladas, el pan integral, los garbanzos y alubias, los guisos con pescado y los purés de verduras (Tabla IV). Un análisis de correlación bivariada, indicó que a mayor nivel de neofobia menor es la aceptación hedónica otorgada a alimentos ofertados de forma habitual en el comedor como son: pollo asado y lentejas ($p<0.05$) así como ensaladas, fruta y guisos ($p<0.001$), sin embargo no se encontró esta asociación significativa con alimentos como alubias, arroz, filete de pescado, garban-

Tabla II <i>Encuesta de neofobia alimentaria en escolares de Murcia</i>			
<i>Su hijo:</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>Mayor correlación (ítem)</i>
1-Constantemente prueba comidas o alimentos nuevos y diferentes	4.11	2.090	0.592 (9)
2-No confía en comidas o alimentos nuevos	3.72	2.138	0.593 (3)
3-Si no sabe lo que hay en una comida o alimento, no lo prueba	3.88	2.212	0.557 (7)
4-Le gustan las comidas o alimentos de países diferentes	3.80	2.158	.0552 (10)
5-La comida étnica le parece demasiado extraña para comerla	3.89	2.106	0.459 (7)
6-En fiestas con comida, prueba comidas o alimentos nuevos	3.06	1.885	0.210 (10)
7-Le da miedo comer cosas que nunca ha probado antes	3.85	2.228	0.622 (8)
8-Es muy especial respecto a los alimentos que come	3.76	2.300	0.622 (7)
9-Come casi de todo	3.72	2.316	0.592 (1)
10-Le gusta probar nuevos restaurantes étnicos*	4.07	2.239	.0552 (4)

*Étnico: término usado para diferenciar los alimentos de los nacionales.

Tabla III
Relación de la neofobia con la adherencia al patrón mediterráneo en escolares

	Con neofobia	Sin neofobia	p	OR (IC 95%)
1. Tomas frutas o zumo de fruta todos los días	88.2%	96.1%	ns	
2. Tomas una segunda fruta o zumo de fruta todos los días	38.2%	66.7%	.003	.310 (.145-.660)
3. Tomas verduras frescas crudas, en ensalada o cocinadas regularmente una vez al día	58.8%	77.9%	.029	.405 (.188-.873)
4. Tomas verduras frescas crudas, en ensalada o cocinadas dos o más veces al día	5.9%	37.3%	.000	.105 (.024-.453)
5. Tomas pescado con regularidad, por lo menos 2 o 3 veces a la semana	73.5%	77.1%	ns	
6. Acudes una vez o más a la semana a un centro de comida rápida (hamburguesería o pizzas)	5.9%	16.2%	ns	
7. Te gustan las legumbres	60.6%	77.7%	.049	.443 (.203-.968)
8. Tomas pasta o arroz casi a diario, 5 días o más a la semana	38.2%	41.6%	ns	
9. Desayunas un cereal o derivado como el pan, tostada, galletas, etc.	73.5%	92.3%	.004	.233 (.091-.594)
10. Tomas frutos secos con regularidad, por lo menos 2-3 veces a la semana	29.4%	35.8%	ns	
11. Consumes aceite de oliva en casa	91.2%	95.6%	ns	
12. Desayunas todos los días	2.9%	5.0%	ns	
13. Desayunas un lácteo, como leche, yogur, etc.	91.2%	97.2%	ns	
14. Desayunas bollería industrial	8.8%	15.6%	ns	
15. Tomas 2 yogures y/o 40 gramos de queso (dos rebanadas) cada día	29.4%	55.0%	.008	.341 (.154-.754)
16. Tomas varias veces al día dulces y golosinas	8.8%	5.0%	ns	

Datos presentados en frecuencias. Estadístico χ^2 , $p < 0.05$. ns= no significativo. OR=Riesgo. IC= intervalo de confianza.

zos, guisos con pescado, lomo de cerdo, pan, pastas, patatas, pollo asado, purés de verduras y hortalizas, tortilla francesa, quesos, precocinados, pizza, hamburguesas, leche o yogur (datos no mostrados).

La presencia de neofobia también se asoció con una menor aceptación de 9 de 18 frutas ofrecidas, afectando al 50%. Entre las frutas con menor aceptación para los usuarios identificados con neofobia se encontraron las cerezas, ciruelas, frutos rojos, frutas secas, frutos tropicales, granada, melón, naranja, piña y uvas, sin embargo no se observó dicho comportamiento para el resto de frutas evaluadas. Este hecho muestra que las frutas con mayor aceptación son manzana, pera, melocotón, plátano, mandarina, sandía y fresa/fresón, mientras que las frutas tropicales y los frutos rojos son poco aceptadas por los escolares. La neofobia también se asoció con una menor aceptación de 10 de 19 verduras y hortalizas, lo que representa el 53%, incluyendo berenjena, brócoli, calabacín, calabaza, cebolla, guisantes, judías verdes, pepino, pimienta y tomate. Cabe destacar que sólo la lechuga es aceptada por un número suficientemente alto en escolares (75%), mientras que los pimientos, coliflor, brócoli, espárragos, acelga, col y alcachofa, fueron muy poco aceptados (por debajo del 25%) (Tabla V).

No se encontró asociación entre la neofobia con la aceptación hedónica de frutas y ensaladas consumidas en el comedor escolar a lo largo de una semana lectiva. La media de puntuación recibida para las frutas fue de 6.7 ± 0.6 y 5.9 ± 1.4 para los usuarios con y sin neofobia, respectivamente. La media de la puntuación otorgada para las ensaladas fue de 5.2 ± 1.7 y 4.6 ± 1.6 para los escolares con y sin neofobia, respectivamente. Es de destacar que no se encontró asociación de la neofobia con los gramos de ensalada consumidas ni con las kilocalorías proporcionadas por las mismas durante una semana lectiva. Sin embargo, sí que se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la cantidad de fruta consumida, expresada en gramos, y por tanto en las kilocalorías, que fue suministrada como postre entre los usuarios con neofobia y los que no, con los siguientes valores medios: 74.9 ± 18.0 vs 58.2 ± 35.9 para los gramos consumidos de frutas, y 44.7 ± 14.4 vs 31.1 ± 23.5 , para las kilocalorías proporcionadas por las mismas.

Tras la realización de un análisis de regresión logística multivariado por pasos en la valoración hedónica de verduras y ensaladas, se observó que la preferencia por las verduras es un predictor independiente de la preferencia o aceptación de las ensaladas (OR= 5.3, IC

Tabla IV
Valoración de alimentos servidos habitualmente en el comedor por escolares con y sin neofobia*

<i>Alimentos</i>	<i>Total</i>	<i>Sin neofobia</i>	<i>Con neofobia</i>	<i>p</i>
Pizza	6.49	6.46	6.53	ns
Salchichas, hamburguesa	6.38	6.36	6.39	ns
Helado	6.35	6.45	6.24	ns
Pan blanco	6.22	6.29	6.15	ns
Pasta seca: macarrones, espagueti	6.22	6.49	5.94	.003
Pollo asado	6.16	6.15	6.18	ns
Arroz	6.14	6.21	6.06	ns
Leche	6.11	6.22	6.00	ns
Filete de pollo	6.04	6.28	5.79	.014
San Jacobo, croquetas, nuggets	6.03	6.14	5.91	ns
Yogur	5.94	6.26	5.62	.004
Fruta	5.92	6.31	5.53	.000
Lomo	5.92	6.09	5.74	ns
Tortilla francesa o con patatas	5.86	6.15	5.58	.009
Jamón York	5.79	5.94	5.64	ns
Pasta caldosa: aletría, fideos	5.57	5.75	5.39	ns
Queso o quesito	5.53	5.81	5.25	ns
Guiso de pollo	5.27	5.56	4.97	.037
Guiso de ternera	5.03	5.44	4.62	.005
Filete de pescado	4.91	5.08	4.74	ns
Pan integral	4.88	4.95	4.80	ns
Lentejas	4.87	5.12	4.62	ns
Patata guisadas	4.85	5.22	4.48	.011
Ensaladas	4.52	5.07	3.96	.001
Garbanzos	4.29	4.61	3.97	.049
Alubias o habichuelas	4.00	4.32	3.68	ns
Guiso de pescado	3.99	4.28	3.70w	ns
Puré o crema de verduras	3.94	4.15	3.72	ns

Diferencias entre notas medias: Estadístico U de Mann Whitney, $p < 0,05$. ns= no significativo. *Escala: 1=super malo, 2= muy malo, 3= malo, 4= ni bueno ni malo, 5=Bueno, 6=muy bueno y 7=super bueno.

95% 2.9-9.7). Además, se realizó un análisis adicional introduciendo la aceptación de los 19 verduras y hortalizas, encontrando que las puntuación de agrado o gusto para el tomate (OR= 4.5, IC 95% 2.1-9.6), la lechuga (OR= 6.8, IC 95% 2.5-18.8), y el pepino (OR= 3.1, IC 95% 1.6-6.0), son predictores independientes del gusto por las ensaladas ($p < 0,05$).

Discusión

El presente trabajo se ha analizado los hábitos alimentarios y preferencias en usuarios de comedores

escolares con y sin neofobia alimentaria, por lo que la principal aportación de este trabajo ha sido conocer el rasgo de neofobia en este grupo de niños lo que permita entender su impacto en las preferencias alimentarias y el consumo de alimentos saludables. La encuesta realizada en los padres para evaluar la neofobia alimentaria mostró que los padres respondieron adecuadamente sobre los hábitos de sus hijos. Es importante señalar que la puntuación media de la encuesta de escolares fue ligeramente superior al descrito para colectivos de otros países como Estados Unidos^{1,4}, Líbano⁴ y Corea²⁴. Incluso es necesario destacar que la puntuación también fue mayor que la reportada anteriormente en adultos españoles²².

Tabla V
Impacto de la neofobia en la aceptación de frutas y vegetales en escolares

	<i>Con neofobia</i>	<i>Sin neofobia</i>	<i>p</i>	<i>OR (IC 95%)</i>
<i>Frutas</i>				
Manzana	94.30%	94.00%	sd	
Pera	88.60%	90.20%	sd	
Melocotón	80.00%	90.20%	sd	
Plátano	80.00%	88.00%	sd	
Mandarina	80.00%	86.30%	sd	
Sandía	74.30%	86.30%	sd	
Fresa/fresón	77.10%	83.10%	sd	
Uvas	71.40%	88.00%	0.018	.342 (.145-.806)
Naranja	68.60%	89.60%	0.002	.253 (.107-.596)
Cerezas	65.70%	83.10%	0.034	.391 (.176-.868)
Melón	60.00%	86.90%	0.000	.226 (.102-.504)
Ciruelas	42.90%	74.90%	0.000	.252 (.119-.532)
Piña	42.90%	72.10%	0.001	.290 (.138-.609)
Kiwi	42.90%	59.00%	sd	
Frutos secos (pasas, dátiles)	42.90%	53.60%	sd	
Granada	28.60%	57.90%	0.002	.291 (.132-.640)
Frutos tropicales (coco, mango, papaya)	22.90%	49.70%	0.005	.300 (.129-.694)
Frutos rojos (frambuesa, zarzamora)	25.70%	45.90%	0.039	.408 (.181-.919)
<i>Verduras y hortalizas</i>				
Lechuga	71.40%	80.30%	sd	
Zanahoria	62.90%	76.50%	sd	
Tomate	42.90%	76.00%	0.000	.237 (.112-.503)
Guisante	40.00%	59.00%	0.042	.463 (.221-.968)
Calabacín	34.30%	55.70%	0.026	.414 (.104-.883)
Pepino	22.90%	57.90%	0.000	.215 (.093-.499)
Champiñones	34.30%	44.80%	sd	
Judía verde	25.70%	53.00%	0.003	.307 (.136-.691)
Cebolla	22.90%	47.50%	0.009	.327 (.141-.758)
Espinacas	22.90%	37.70%	sd	
Calabaza	14.30%	37.70%	0.006	.275 (.102-.743)
Berenjena	14.30%	36.10%	0.011	.295 (.109-.798)
Pimientos	8.60%	38.30%	0.000	.151 (.045-.513)
Coliflor	8.60%	33.90%	sd	
Brócoli	11.40%	29.00%	0.035	.316 (.106-.941)
Espárragos	8.60%	30.60%	sd	
Acelga	14.30%	24.60%	sd	
Col	14.30%	18.60%	sd	
Alcachofa	5.70%	14.80%	sd	

Datos presentados en frecuencias. Estadístico χ^2 , $p < 0,05$. sd= sin diferencia. OR=Riesgo. IC= intervalo de confianza.

La prevalencia de la neofobia alimentaria fue de 16%, cifra que debe ser considerada como importante debido principalmente a la clara repercusión que puede tener en la elección de los alimentos que configuran la dieta, limitando la variedad y el aporte adecuado de nutrientes^{6, 10}. En este grupo de escolares no se encontró diferencia entre sexo, tiempo del uso del comedor, origen de los padres y el estado nutricional. A pesar de que en la bibliografía se ha reportado que el nivel de la neofobia puede verse afectada por aspectos culturales, económicos, edad o sexo²⁻⁴. Sin embargo, si se observó que la neofobia afecta a las preferencias alimentarias de fruta, zumos de fruta y vegetales, datos que coinciden con los descritos en la bibliografía científica para niños australianos^{11, 12} y finlandeses¹⁷. También se encontró una menor valoración a alimentos proteicos como yogur y quesos, asociado con la neofobia.

Se observó una relación inversa entre el nivel de neofobia y la adherencia a la dieta mediterránea, debido principalmente a un menor consumo de frutas, verduras y hortalizas, legumbres, yogur y queso, lo cual concuerda con las afirmaciones que la neofobia afecta a la variedad de la dieta, así como al seguimiento de un patrón dietético equilibrado y al consumo de alimentos saludables^{13, 14, 16, 18}.

La neofobia también afectó la valoración sensorial otorgada a 10 de 28 alimentos ofertados de forma habitual en el comedor, 5 de los cuales fueron de origen animal a base de pollo, huevo, ternera y yogur. Los otros 5 fueron de origen vegetal, como pasta, fruta, ensaladas, garbanzos y patatas. Con lo cual se contradice la idea que los alimentos de origen vegetal son más rechazados por su probable peligrosidad al tener toxinas que pueden ser un riesgo en los niños¹³. Sin embargo, es importante señalar que en los comedores escolares, los alimentos son culturalmente definidos como seguros y el rechazo a alimentos nuevos o no familiares puede deberse a otros aspectos negativos de tipo sensorial o modificaciones organolépticas debidas a los métodos de preparación utilizados.

Otro hallazgo relevante es el impacto de la neofobia en la aceptación de frutas y verduras y hortalizas, ya que la neofobia se asoció con una menor aceptación del 50% de la lista de frutas como las frutas secas, los frutos rojos y tropicales, las uvas, naranjas, cerezas, melón ciruelas y piña. Estos datos son importantes sobre todo para planificar las campañas de promoción de frutas en los colegios, ya que entregar una porción al participante no necesariamente garantiza su consumo. También debe ser importante para el catering, ya que se puede mejorar la calidad de la dieta del comedor al incidir sobre un aumento en la variedad de frutas y/o diseñar estrategias de educación sensorial para aquellas poco conocidas y valoradas.

Asimismo la neofobia se asoció a una menor aceptación de 53% de las verduras y hortalizas de la lista, entre estas, la berenjena, el brócoli, el calabacín, la calabaza, la cebolla, los guisantes, las judías verdes, el pepino, el pimiento y el tomate. Algunos de estos

son servidos en guisos y purés en los comedores, por lo que el catering deberá implementar estrategias que favorezcan su consumo por ejemplo asesorando a los padres con recetarios y formas de elaboración. La implicación de los padres en la aceptación de determinados alimentos vegetales es fundamental, ya que existen evidencias del efecto en la disponibilidad en el hogar¹². En general, también se ha reportado que las elecciones de los padres pueden afectar la aceptación de alimentos de sus hijos^{15, 19, 25, 26}.

Existe limitada información sobre la aceptación de comidas escolares en niños españoles así como del impacto de la neofobia en el consumo. No se encontró asociación entre la neofobia y las evaluaciones hedónicas realizadas a ambos alimentos, resultados consistentes con otras investigaciones, que indican que los neofóbicos tienen expectativas diferentes sobre los alimentos y esto puede influir en su valoración²⁷. Tampoco se encontró una asociación significativa entre la neofobia y el consumo en gramos y energía proveniente de las ensaladas aunque se aprecia una tendencia a menor consumo. El único hallazgo fue que los escolares neofóbicos consumieron mayor cantidad y energía provenientes de la fruta, resultados contrarios a evidencias dadas en niños de edad preescolar¹⁴, sin embargo el motivo puede ser que compensen con el consumo del postre la baja aceptación y consumo de otros platos del menú.

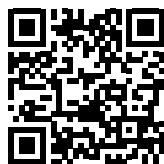
Conclusiones

La prevalencia de neofobia alimentaria fue de 16% sin diferencia entre sexo, ciclo escolar, origen de los padres, tiempo de uso del comedor y estado nutricional. La neofobia alimentaria afectó las preferencias alimentarias (reportadas por los padres), sobre todo de alimentos saludables como frutas, verduras y hortalizas y legumbres. También impactó en la aceptación sensorial de alimentos ofertados habitualmente en el comedor escolar, tanto de origen vegetal como animal. Debido al impacto que parece tener la neofobia alimentaria en escolares es necesario trasladar esta información a los padres sobre cómo mantener la oferta continuada en el hogar y al catering en el comedor a fin de mejorar la presentación de alimentos saludables a fin de impactar en el consumo. La información generada servirá como antecedente para los procesos de mejora continua de la empresa de catering y deberá integrarse al programa educativo de los colegios a fin de diseñar nuevas estrategias para garantizar una mejoría en la aceptación y el consumo de alimentos saludables.

Referencias

1. Pliner P, Hobden K. Development of a scale to measure the trait of food neophobia in humans. *Appetite*. 1992;19 (2):105-20.

2. Tuorila H, Lahteenmaki L, Pohjalainen L, Lotti L. Food neophobia among the Finns and related responses to familiar and unfamiliar foods. *Food Quality and Preference*. 2001;12 (1):29-37.
3. Flight I, Leppard P, Cox DN. Food neophobia and associations with cultural diversity and socio-economic status amongst rural and urban Australian adolescents. *Appetite*. 2003;41 (1):51-9.
4. Olabi A, Najm NEO, Kebbe Baghdadi O, Morton JM. Food neophobia levels of Lebanese and American college students. *Food Quality and Preference*. 2009;20 (5):353-62.
5. Tuorila H, Meiselman HL, Bell R, Cardello AV, Johnson W. Role of sensory and cognitive information in the enhancement of certainty and liking for novel and familiar foods. *Appetite*. 1994;23 (3):231-46.
6. Falciglia GA, Couch SC, Gribble LS, Pabst SM, Frank R. Food neophobia in childhood affects dietary variety. *Journal of the American Dietetic Association*. 2000;100 (12):1474-4.
7. Henriques AS, King SC, Meiselman HL. Consumer segmentation based on food neophobia and its application to product development. *Food Quality and Preference*. 2009;20 (2):83-91.
8. King SC, Meiselman HL, Henriques A. The effect of choice and psychographics on the acceptability of novel flavors. *Food Quality and Preference*. 2008;19 (8):692-6.
9. Cooke LJ, Haworth CMA, Wardle J. Genetic and environmental influences on children's food neophobia. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2007;86 (2):428-33.
10. Pliner P, Melo N. Food neophobia in humans: Effects of manipulated arousal and individual differences in sensation seeking. *Physiology & Behavior*. 1997;61 (2):331-5.
11. Russell CG, Worsley A. A population-based study of preschoolers' food neophobia and its associations with food preferences. *Journal of Nutrition Education and Behavior*. 2008;40 (1):11-9.
12. Howard AJ, Mallan KM, Byrne R, Magarey A, Daniels LA. Toddlers' food preferences. The impact of novel food exposure, maternal preferences and food neophobia. *Appetite*. 2012; 59 (3):818-25.
13. Cooke L, Wardle J, Gibson EL. Relationship between parental report of food neophobia and everyday food consumption in 2-6-year-old children. *Appetite*. 2003;41 (2):205-6.
14. Cooke L, Carnell S, Wardle J. Food neophobia and mealtime food consumption in 4-5 year old children. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* C7 - 14. 2006;3 (1):1-6.
15. Cooke LJ, Wardle J, Gibson EL, Sapochnik M, Sheiham A, Lawson M. Demographic, familial and trait predictors of fruit and vegetable consumption by pre-school children. *Public Health Nutrition*. 2004;7 (2):295-302.
16. Tsuji M, Nakamura K, Tamai Y, Wada K, Sahashi Y, Watanabe K, et al. Relationship of intake of plant-based foods with 6-n-propylthiouracil sensitivity and food neophobia in Japanese preschool children. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2012;66 (1):47-52.
17. Mustonen S, Oerlemans P, Tuorila H. Familiarity with and affective responses to foods in 8-11-year-old children. The role of food neophobia and parental education. *Appetite*. 2012;58 (3):777-80.
18. Galloway AT, Lee Y, Birch LL. Predictors and consequences of food neophobia and pickiness in young girls. *Journal of the American Dietetic Association*. 2003;103 (6):692-8.
19. Falciglia G, Pabst S, Couch S, Goody C. Impact of parental food choices on child food neophobia. *Children's Health Care*. 2004;33 (3):217-25.
20. Siegrist M, Hartmann C, Keller C. Antecedents of food neophobia and its association with eating behavior and food choices. *Food Quality and Preference*. 2013;30 (2):293-8.
21. Serra-Majem L, Ribas L, Ngo J, Ortega RM, Garcia A, Perez-Rodrigo C, et al. Food, youth and the Mediterranean diet in Spain. Development of KIDMED, Mediterranean Diet Quality Index in children and adolescents. *Public Health Nutrition*. 2004;7 (7):931-5.
22. Fernandez-Ruiz V, Claret A, Chaya C. Testing a Spanish-version of the Food Neophobia Scale. *Food Quality and Preference*. 2013;28 (1):222-5.
23. Popper R, Kroll JJ. Issues and viewpoints - Conducting sensory research with children. *Journal of Sensory Studies*. 2005; 20 (1):75-87.
24. Choe JY, Cho MS. Food neophobia and willingness to try non-traditional foods for Koreans. *Food Quality and Preference*. 2011;22 (7):671-7.
25. Skinner JD, Carruth BR, Bounds W, Ziegler P, Reidy K. Do food-related experiences in the first 2 years of life predict dietary variety in school-aged children? *Journal of Nutrition Education and Behavior*. 2002;34 (6):310-5.
26. Tan CC, Holub SC. Maternal feeding practices associated with food neophobia. *Appetite*. 2012;59 (2):483-7.
27. Raudenbush B, Frank RA. Assessing food neophobia: The role of stimulus familiarity. *Appetite*. 1999;32 (2):261-71.



Original/*Pediatría*

Cardiovascular risk factors in children and adolescents with anxiety disorders and their association with disease severity

Gabriela Cheuiche Pires^{1,2}, Fernanda Camboim Rockett^{2,3}, Giovanni Abrahão Salum³, Gisele Gus Manfro⁴ and Vera Lúcia Bosa^{2,5}

¹School of Medicine, Graduation in Nutrition, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. ²Food and Nutrition Research Centre, Clinical Hospital of Porto Alegre/Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. ³Post-Graduation Program in Medical Sciences: Psychiatry, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. ⁴Department of Psychiatry, School of Medicine, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. ⁵Department of Nutrition, School of Medicine, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.

Abstract

Introduction: Studies suggest that anxiety is an independent predictor of adverse cardiovascular events. However, few studies have investigated the association between cardiovascular risk factors (RF) and severity of anxiety disorders (AD) in childhood and adolescents.

Objectives: To assess the prevalence of cardiovascular RF in children and adolescents with anxiety disorders and their association with disease severity.

Method: Cross-sectional study assessing nutritional and anthropometric RF, as well as % body fat (BF), blood pressure (BP), physical activity level, anxiety symptoms and severity of the anxiety disorder of children and adolescents.

Results: A total of 65 children and adolescents (8.6 ± 1.7 years) took part in the study. Excess saturated fatty acid intake (52.3%), high body mass index (50.8%), high BP (50.8%) and physical inactivity (50.0%) were the most prevalent cardiovascular RF. There was a significant association between the severity of the anxiety and the presence of ≥ 6 RF per patient (p=0.026), excess abdominal body fat as assessed by waist circumference (p=0.019) and conicity index (p=0.053), and excess % BF (p=0.035). Generalized anxiety disorder was significantly associated with high BP (p=0.044).

Conclusion: A high prevalence of cardiovascular RF was found in the present sample, and individuals with more severe anxiety had greater cardiovascular risk. The characterization of the cardiovascular risk in young populations, especially in individuals with AD who are therefore more susceptible to CVD, is crucial for the development of lifestyle interventions in these patients.

(Nutr Hosp. 2015;31:269-277)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7523

Keywords: Adolescence. Anxiety. Children. Cardiovascular Disease. Risk Factors.

Correspondence: Dr. Vera Lúcia Bosa.
Hospital de Clínicas de Porto Alegre. Rua Ramiro Barcelos, 2350
Porto Alegre – RS - Brazil. ZIP Code 90035-903.
E-mail: vlbosa.nut@gmail.com

Recibido: 13-V-2014.

1.ª Revisión: 19-VI-2014.

2.ª Revisión: 18-VIII-2014.

Aceptado: 1-IX-2014.

FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR EN NIÑOS Y ADOLESCENTES CON TRASTORNO DE ANSIEDAD Y SU ASOCIACIÓN CON LA GRAVEDAD DE LA ENFERMEDAD

Resumen

Introducción: Evidencias sugieren que la ansiedad es una prediciente independiente de los eventos cardiovasculares adversos. Entretanto, pocos estudios evaluaron la presencia de factores de riesgo (FR) para estas enfermedades en niños y adolescentes.

Objetivos: Identificar la prevalencia de FR cardiovasculares en niños y adolescentes diagnosticados con trastorno de ansiedad y su asociación con la gravedad de la enfermedad.

Metodología: Estudio transversal que avaluó FR nutricional, antropométricos, % de gordura corporal (CG), presión arterial (PA), nivel de actividad física y escalas de síntomas y gravedad de la ansiedad.

Resultados: 65 niños y adolescentes (8.6 ± 1.7 años) fueron incluidos en el estudio. Cuanto a los FR, el consumo excesivo de ácidos grasos saturados (52.3%), índice de masa corporal alto (50.8%), PA alterada (50.8%) y la falta de ejercicio físico (50.0%) fueron los más prevalentes. Hubo asociación significativa entre la mayor gravedad del trastorno y el acumulo de ≥ 6 FR (p=0,026), exceso de gordura abdominal medida por la circunferencia de cintura (p=0.019) y por el índice de conicidad (p=0.053) y exceso en el % GC (p=0.044).

Conclusión: Los resultados encontrados indican que hay una alta prevalencia de FR cardiovascular en la muestra estudiada y los pacientes más graves presentaron mayor riesgo. La caracterización del perfil de riesgo en las poblaciones con predisposición a las enfermedades cardiovasculares es crucial para la elaboración de estrategias de intervención que oportunicen la reducción en la prevalencia de estas enfermedades.

(Nutr Hosp. 2015;31:269-277)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7523

Palabras clave: Adolescente. Ansiedad. Niños. Enfermedades cardiovasculares. Factores de riesgo.

Abbreviations

AD: Anxiety disorders.
ADHD: Attention deficit/hyperactivity disorder.
BF: Body fat.
BMI: Body mass index.
BP: Blood pressure.
CI: Conicity index.
CVD: Cardiovascular disease .
DBP: Diastolic blood pressure.
DRI's: Dietary Reference Intakes.
DSM-IV: Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders.
HTN: Hypertension.
KSADS-PL: Schedule for Affective Disorders and Schizophrenia for School-Age Children-Present and Lifetime version.
NCD: Non-communicable chronic diseases.
PAR: Physical activity recall.
PARS: Paediatric Anxiety Rating Scale.
PeNSE: National Student Health Survey.
RF: Risk Factors.
SBP: Systolic blood pressure.
SCARED-C: Screen for Children and Anxiety Related Emotional Disorders – Child version.
SFA: Saturated fatty acids.
TEI: Total energy intake.
TFA: Trans fatty acids.
UL: Upper tolerable intake level.
WC: Waist circumference.
WHO: World Health Organization.
WHtR: Waist-to-height ratio.
24HR: 24-hour dietary recall.

Introduction

Anxiety disorders (ADs) are characterized by feelings of fear and persistent and excessive worry which interfere with one's ability to relax, and tend to occur in response to a specific object or situation in spite of the absence of any real threat¹. These symptoms most commonly present as generalized AD, post-traumatic stress disorder, panic disorder, and specific phobias². The prevalence of ADs in children and adolescents has been estimated to range from 15% to 20%³. ADs occur at similar rates between boys and girls, but will gradually become more common in girls, with a ratio of 2:1 to 3:1 in adolescence⁴.

ADs are often comorbid with one another, and are also related to the development of chronic conditions which may have an impact on quality of life and eventually lead to death⁵. According to the World Health Organization (WHO), cardiovascular disease (CVD) is the most frequent cause of death in the world, accounting for 30% of worldwide deaths, of which 80% occur in medium- to low-income countries⁶. Cardiovascular risk factors (RF), or aetiological variables which contribute to the development of CVD, are generally

categorized as “non-modifiable,” as in the case of ethnicity, gender, age and genetic susceptibility, or “modifiable,” which include excess weight, abdominal fat, high blood pressure (BP), smoking, inadequate eating habits and infrequent physical activity⁷.

In childhood, obesity has been shown to be predictive of higher mortality rates, especially due to its association with an increased risk of CVD⁸.

The amount and distribution of body fat are also known indicators of cardiovascular risk⁹, with body fat distribution contributing more significantly than total body fat to the development of CVD¹⁰. Also, Louise et al. (2012)¹¹ when examining the association between depressive, anxiety symptoms and cardiovascular risk in children found that girls with higher scores of depression and anxiety had greater adiposity than male participants. These findings suggest the importance of gender-specific research in the area of CVD.

Hypertension (HTN), in turn, is a multifactorial condition characterized by sustained high BP and is frequently associated with functional and/or structural changes in the heart, brain, kidneys and blood vessels, as well as metabolic alterations, which lead to an increased risk of both fatal and nonfatal cardiovascular events¹².

Eating habits play an important role in the development of non-communicable chronic diseases (NCD) such as obesity and CVD. Dietary habits may therefore consist of risk markers for these diseases, especially since the combination of high cholesterol, lipid and saturated fatty acid intake with low fibre consumption contribute to the aetiology of dyslipidaemia, obesity, diabetes and HTN⁹.

Furthermore, as sedentary lifestyles become more common, physical inactivity, which has been increasingly associated with poor health outcomes, appears to be a growing trend in both developed and developing countries⁹. Observational and experimental data suggest that regular physical activity has beneficial effects on several cardiovascular RF, leading to decreases in body weight, BP, atherogenic dyslipidaemia, inflammation, fibrinolysis and endothelial dysfunction¹³.

Evidence also suggests that anxiety may be an independent predictor of adverse cardiovascular events. Individuals with high levels of anxiety are at an increased risk of developing CVD such as congestive heart failure, myocardial infarctions and fatal ventricular arrhythmias¹⁴. Recent studies have found that anxiety may have a similar impact to that of non-modifiable (age, gender and ethnicity) and modifiable vascular risk factors (smoking, alcohol intake, obesity, diabetes, dyslipidaemia and hypertension) on cardiovascular morbidity and mortality¹⁵.

Although scientific evidence suggests that children and adolescents with ADs are at increased susceptibility to CVD, few studies have investigated the presence of cardiovascular RF in these populations. Therefore, the goal of the present study was to assess the prevalence of cardiovascular RF in children and

adolescents with AD and their relationship with disease severity.

Method

This was a cross-sectional study from a larger randomized controlled trial entitled “The effect of Cognitive Behavioural Group Therapy versus Attention Bias Modification Using Threat Stimuli and their combination in children with ADs: a randomized clinical trial,” which involved 6-to-12-year-old children and adolescents with symptoms of anxiety. Participants were screened by telephone and underwent a detailed careful diagnostic evaluation, supervised by a psychiatrist who specialized in childhood and adolescence. Patients diagnosed with Separation Anxiety Disorder, Social Anxiety Disorder and Generalized Anxiety Disorder according to the Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-IV) were included in the study.

Children and their parents were invited to take part in the study and, if all inclusion criteria were met, were requested to sign informed consent forms and schedule an appointment for the assessment of disorder-related nutritional outcomes prior to the psychiatric intervention.

Sample size was calculated based on the study conducted by Hilmann et al¹⁶, who investigated the association between symptoms of anxiety and depression and obesity in adolescent girls. With a 95% confidence interval and standard error margin of 0.1, assuming a prevalence of obesity of 19%, a sample of 60 children would be required in order to detect significant associations between the variables of interest. These calculations were performed using WinPepi version 11.25.

ADs were diagnosed with the Schedule for Affective Disorders and Schizophrenia for School-Age Children-Present and Lifetime version (K-SADS-PL). Additionally, the Paediatric Anxiety Rating Scale (PARS) was used to assess the severity of the disorder and the Screen for Children and Anxiety Related Emotional Disorders – Child version (SCARED-C) was used to detect and quantify symptoms of anxiety. Mean PARS scores were then used to categorize patients into those with mild and severe anxiety (corresponding to scores of ≤ 21 and ≥ 22 , respectively). The instruments are validated or are in process of validation for the study population. The psychometric properties of these instruments are described in Table III.

Data was collected from October 2011 to December 2012 by a team of specially trained researchers. Socioeconomic data, pubertal stages, anthropometric measurements, bioelectric impedance, BP, physical activity habits and dietary intake values were investigated using a questionnaire designed specifically for this study.

Socioeconomic status was assessed using the Brazilian Economic Classification Criteria, which categori-

zes individuals into economic levels labelled A through E, where the former corresponds to the highest and the latter to the lowest possible socioeconomic status.

Stages of sexual maturation were assessed by patient self-reports based on Tanner¹⁷ stage drawings. These data were used to classify patients as prepubescent, pubescent and post-pubescent.

Anthropometric measurements, performed by nutritionist and trained students of nutrition, were taken according to WHO guidelines¹⁸, and weight (Kg) (Marté® scale) and height (m) (*Alturaexata*® stadiometer) data were used to compute patient body mass index (BMI; kg/m²). Waist circumference (cm) was measured with an inelastic measuring tape (*Secca*®).

Patient nutritional status was classified according to BMI z-scores for age and gender, calculated using WHO reference standards¹⁸ with the AnthroPlus software, version 1.0.4. Patients were then grouped according to z scores into overweight ($z \geq +1$) and eutrophic or low BMI-for-age ($z < +1$).

Waist circumference (WC), waist-to-height ratio (WHtR) and conicity index (CI) values were used to estimate abdominal fat. These measures were classified using the 80th percentile for age¹⁹, the 90th percentile (corresponding to 0.50)²⁰ and ≤ 1.1 ²¹, as cutpoints for WC, WHtR and CI, respectively.

Body composition was estimated by bioelectrical impedance analysis using a *Biodinamics*® 450 analyser (*Byodinamics*®, Seattle, WA, EUA). The % body fat (BF) and % lean mass were then calculated using age and gender norms provided by the manufacturer. Excess BF was defined as $> 25\%$ in men and $> 30\%$ in women²².

In addition to anthropometric and body composition measurements, BP, physical inactivity and dietary sodium, trans fats, saturated fatty acids and cholesterol intake were also considered cardiovascular RF.

BP was measured in duplicate with an interval of 15 minutes using an oscillometric method with an automatic sphygmomanometer (OMRON HEM 705-CP). The mean of the two measurements was used for data analysis. BP was classified according to the normative values obtained from the Fourth Report on the Diagnosis, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure in Children and Adolescents, which considers blood pressure to be normal when systolic (SBP) and diastolic blood pressure (DBP) < 90 th percentile, defines prehypertension as SBP and/or DBP ≥ 90 th percentile but < 95 th percentile, and diagnoses HTN when SBP and/or DBP ≥ 95 th percentile for gender, age and height. In the present study, individuals with SBP and DBP < 90 th percentile were considered to have normal BP, while patients with values ≥ 90 th percentile were categorized as having high BP.

Participants' physical activity levels were assessed through a 24-hour physical activity recall (PAR) of the day preceding the interview²³. Participants were classified as suggested by Cale (1994)²⁴ as: a) active ≥ 40 kcal/kg/day; b) moderately active: 37 to 39.9 kcal/kg/

day; c) inactive: 33 to 36.9 kcal/kg/day; and d) very inactive: < 32.9 kcal/kg/day. Active and moderately active individuals were categorized into the same group for data analysis, as were inactive and very inactive participants.

Energy and nutrient intakes (cholesterol, trans fats, saturated fatty acids and sodium) were assessed through a 24-hour dietary recall with the help of a photo album. Food intake was quantitatively assessed using the Nutribase® software (Version NB7 Network; Phoenix, AZ, USD) and nutrient adequacy was assessed using Dietary Reference Intakes (DRI's). Sodium intake was considered inadequate when its intake was above its tolerable upper intake level (UL). UL were considered due to the high sodium intake reported in Brazil²⁵. Cholesterol, saturated fatty acids (SFA), trans fatty acids (TFA) intakes were considered adequate when cholesterol intake was below 300mg/day, SFA ≤ 10% of total energy intake (TEI) and TFA ≤ 1% of TEI.

The presence of the following RF was considered when calculating the number of RF per patient: high BMI, WC, WHtR, CI, % BF (bioimpedance), BP, physical activity, and TFA, SFA, cholesterol and sodium intakes.

Categorical variables were expressed as frequencies and percentages, and continuous, normally distributed variables as means and standard deviations. Variables with skewed distributions were expressed as medians and interquartile ranges. Pearson's chi-squared tests and Fisher's exact tests were used to analyse associations between categorical variables, and Student's T-tests and Mann-Whitney U-tests were used to compare means and medians, respectively. Data were analysed using the Statistical Package for Social Sciences software, version 18.0, and results were considered significant at $p \leq 0.05$.

The present study followed all ethical standards provided by the Brazilian Guidelines and Regulations for Human Research Protection (Resolution 196/96), and was approved by the Research Ethics Committee of the Clinical Hospital of Porto Alegre.

Results

The sample comprised 65 children and adolescents with a mean age of 8.6 ± 1.76 years, most of whom were female (53.8%).

General characteristics of the sample are shown in Table I. According to self-assessments of sexual maturity, 43 (66.2%) of participants were classified as prepubescent. Most participants were classified as socioeconomic status B (n=31; 50%), which corresponds to a mean family income of R\$1,669.00 to 2,804.00. The most prevalent AD in the sample was separation anxiety (82.8%), followed by generalized anxiety disorder (79.3%), social anxiety (29.3%) and agoraphobia (25.9%). The most common comorbid conditions

Table I
Participants' age, gender, socioeconomic status, pubertal stage, PARS and SCARED scores, and prevalence of anxiety disorders and comorbidities in the sample

Characteristic	Mean ± Standard Deviation or N (%)
Age	8.7 ± 1.76
Gender	
Female	35 (53.8)
Socioeconomic status - ABEP	
A1	6 (9.7%)
A2	8 (12.9%)
B1	14 (22.6%)
B2	17 (27.4%)
C	14 (22.6%)
D	3 (4.8%)
Tanner's Classification	
Prepubescent	43 (66.2)
Pubescent	17 (26.2)
Post-pubescent	4 (6.2)
Types of AD (n=58)	
Separation Anxiety	48 (82.8)
Generalized Anxiety	46 (79.3)
Social Anxiety	17 (29.3)
Agoraphobia	15 (25.9)
Comorbidities (n=58)	
ADHD	14 (24.1)
Depression	10 (17.2)
Panic	7 (12.1)
Oppositional defiant	9 (15.5)
Post-traumatic stress	3 (5.2)
Tics	3 (5.2)
Conduct Disorder	3 (5.2)
Mania	2 (3.4)
OCD	2 (3.4)
Psychotic	1 (1.7)
PARS (n=57)	21 ± 4.7
SCARED (n=53)	34.16 ± 13.44

ABEP -Brazilian Economic Classification Criteria Brazilian Association of Survey Companies; PARS - Paediatric Anxiety Rating Scale; SCARED - Screen for Children and Anxiety Related Emotional Disorders - Child version; AD - anxiety disorders; ADHD - attention-deficit/hyperactivity disorder; OCD - obsessive-compulsive disorder.

with AD were attention deficit/hyperactivity (ADHD) disorder, with a prevalence of 24.1%, and depression, reported by 17.2% of participants.

Table II

Number of cardiovascular risk factors per patient, nutritional status, abdominal fat, total body fat, frequency of physical activity, nutrient intake and blood pressure and association between cardiovascular risk factors and severity of anxiety disorder of anxiety as assessed by the Paediatric Anxiety Rating Scale (PARS)

Characteristic	Mean ± Standard Deviation, Median (P25-P75) or N (%) n=65	PARS (score) n=57 N (%)		p
		≤ 21	≥ 22	
Number of RF (per patient)				
≥ 6	17 (26.2)	3 (12.5)	13*(39.4)	0.026
BMI				
Overweight/obesity	33 (50.8)	11 (45.8)	19 (57.6)	0.381
WC				
High	24 (36.9)	5 (20.2)	17*(51.5)	0.019
WHtR				
High	19 (29.2)	5 (20.8)	13 (39.4)	0.137
CI				
High	16 (24.6)	9* (37.5)	5 (15.2)	0.053
% Lean Mass	74.03 ± 7.78			
% Body Fat	26.09 ± 7.69			
High	25 (40.3)	6 (25)	16*(53.3)	0.035
Systolic BP	104.82 ± 12.24			
Diastolic BP	64.53 ± 8.90			
BP				
High	33 (50.8)	9 (37.5)	19 (59.4)	0.105
Physical Activity Level				
Inactive	32 (50)	12 (50)	17 (53.1)	0.817
Energy (TEI)	1793.45 (1551.47-2137.92)			
SFA	20.53 (14.41-30.20)			
High	34 (52.3)	13 (54.2)	19 (57.6)	0.798
TFA	0 (0-0.94)			
High	8 (12.3)	4 (16.7)	4 (12.1)	0.709
Cholesterol	171.5 (95.83-272.45)			
High	15 (23.1)	2 (8.3)	9 (27.3)	0.097
Sodium	2080.84 (1720.88-2919.69)			
High	14 (21.5)	4 (16.7)	9 (27.3)	0.346

SFA - Saturated fatty acids; TFA - Trans fatty acids; WC - Waist circumference; RF - Risk Factors; CI - Conicity index; BMI - Body Mass Index; BP - Blood Pressure; WHtR - Waist-to-height ratio; TEI - Total energy intake. Bold values indicate significant differences. Chi-squared tests, Pearson correlations and Fisher's exact tests.

Table II presents the prevalence of cardiovascular RF in the total sample. The most prevalent RF were excess SFA intake (52.3%), elevated BMI (overweight or obesity) (50.8%), high BP (50.8%) and physical inactivity (50.0%). Bioelectrical impedance analysis showed that 40.3% of participants had excess total BF, although the prevalence of excess abdominal fat as indicated by WC, WHtR and CI were 36.9%, 29.2% and 24.6%, respectively.

Nutrient intake analyses revealed a high prevalence of excess dietary SFA intake. Even when UL values were used as a basis of comparison for sodium intake, 21.5% of the sample was found to consume high levels of this micronutrient. Furthermore, the median energy intake in the sample was 1793.45 kcal (1551.47-2137.92 kcal) (Table II).

The assessment of the relationship between symptom scales and the severity of anxiety (scores displayed in

Table III
Psychometric properties of the used instruments

<i>Instrument</i>	<i>Reliability</i>	<i>Validity</i>	<i>Cutoff</i>
SCARED	IC: 0.90 *IC: 0.90 TR: 0.86 *TR: 0.81	*CONV: 0.81 (MASC) DIVG: 0.58 (CDI) DISCR: anxiety disorders vs. other psychiatric disorders DISCR: anxiety disorders vs. other psychiatric disorders *DISCR: anxiety disorders vs. control	DX: ≥ 26 (71% SENS; 61-71% SPEC) *DX: ≥ 23 (81.8% SENS; 52% SPEC)
K-SADS-PL	TR: 0.8 (current); 0.6 (lifetime) IR: 93%-100% (current); 100% (lifetime); *κ = 0.9 (anxiety)	---	---
PARS	IC: 0.64 TR: 0.55 IR: 0.97	CONV: 0.61 (CGI-S) DIVG: 0.18-0.33 (CDRS)	TREAT: 8-10 (84-94% SENS; 82-90% SPEC)

CDRS – Children’s Depression Rating Scale; CONV - convergent; DIVG – divergent; DISCR – discriminant; DX – criteria to the diagnosis of pediatric anxiety disorders; IC – internal consistency; IR – interrater; SENS – sensibility; SPEC – specificity; TR – test – retest. * Instrument with published reference of translation/cross-cultural adaptation to Brazil and psychometric properties of the Brazilian version; -- Information not available or restricted to the instrument’s manual. Adapted from Salum, Giovanni Abrahao et al. Pediatric anxiety disorders: from neuroscience to evidence-based clinical practice. Revista Brasileira de Psiquiatria, 2013, vol.35, n. , ISSN 1516-4446.

Table I), which revealed that individuals with more than six RF had higher PARS scores (20.46 ± 5.22 vs. 22.37 ± 1.54 ; $p=0.039$) if compared with individuals with six or less risk factors. No differences were detected when considering SCARED scores (33.84 ± 13.04 vs. 35.00 ± 14.84 ; $p=0.781$). A median-split of PARS scores was then used to divide the sample into those with less (≤ 21 points) or more severe anxiety (≥ 22 points).

Table II displays also the association between RF and the severity of anxiety (PARS). PARS scores ≥ 22 (indicative of more severe anxiety) were associated with the presence of over six RF ($p=0.026$), ex-

cess abdominal fat according to WC ($p=0.019$) and CI ($p=0.053$), and excess %BF ($p=0.035$).

The median number of RF was 3 (0-10) and the distribution of RF in the full sample and in each anxiety severity group is shown in Figure 1. The figure highlights the presence of an especially high number of RF in patients with severe anxiety.

When the association between RF and the most prevalent ADs was assessed (separation anxiety and generalized anxiety disorder), only the latter was significantly associated with high BP ($p=0.044$) (data not shown).

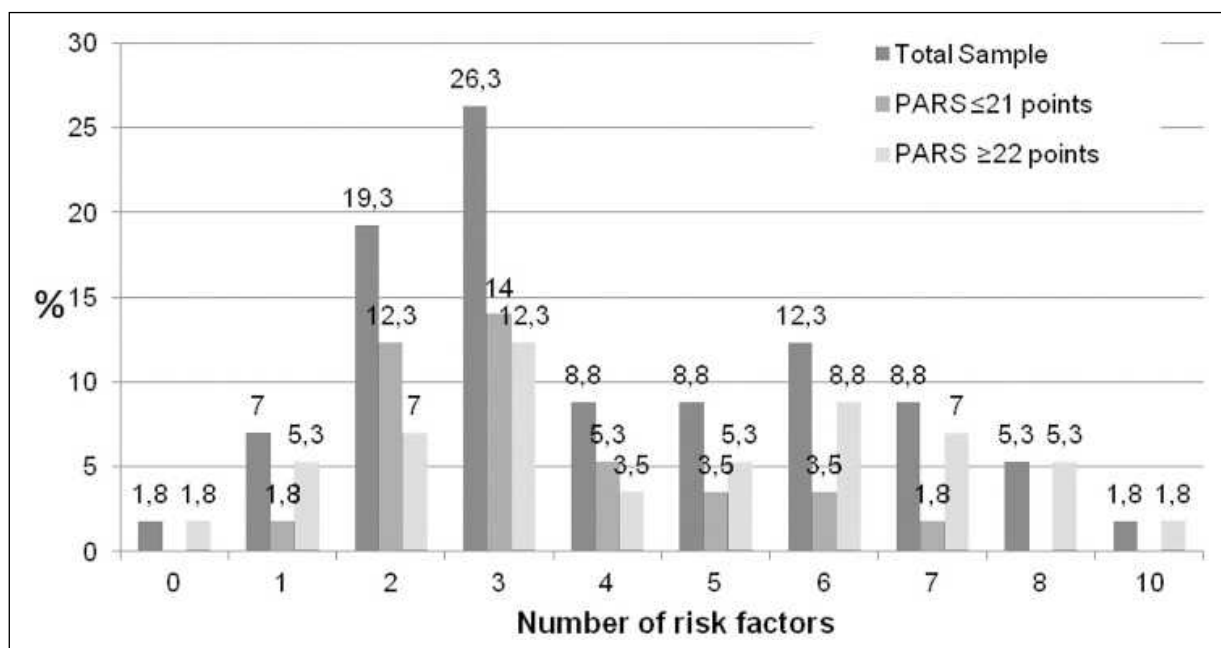


Fig. 1.—Frequency of cardiovascular risk factors in a sample of children and adolescents with anxiety disorders (n=57), and comparison between children with less severe and more severe anxiety as assessed by the Paediatric Anxiety Rating Scale (PARS).

Discussion

The goal of this study was to assess the prevalence of cardiovascular RF in children and adolescents with AD and their relationship with disease severity. The most prevalent RF in the sample were high BMI (overweight or obesity), high BP and sedentarism, as well as excessive SFA and sodium intake. Patients with more severe anxiety were more likely to display altered WC, CI and %BF values, as well as a higher number of RF. Of the most prevalent AD in the sample, generalized anxiety disorder was the only one found to be significantly associated with high BP.

The most prevalent ADs in the sample were separation anxiety, generalized anxiety disorder and social anxiety. These findings are in agreement with those of Pine et al. (2001)²⁶. As for the instruments used to diagnose and establish the severity of anxiety, mean SCARED and PARS scores were found to be higher than those reported by Kendall et al. (2010)²⁷ who found mean scores of 23.40 ± 15.10 and 19.16 ± 4.19 on these scales, respectively, in a sample of young patients seeking treatment for moderate to severe anxiety symptoms.

As for the association between generalized anxiety disorder and elevated BP, Rogeness et al. (1990)²⁸ also found higher BP in psychiatric inpatients with AD as opposed to those with conduct disorders or major depression. However, the AD found to be associated with elevated BP in that specific study was separation anxiety.

Our results also revealed that approximately half the children and adolescents assessed had three or four cardiovascular RF (44.7%). This is in accordance with findings reported by Molina et al. (2010)²⁹, who found that over 50% of a sample of children without psychiatric disorders presented with two or three RF. However, the study in question assessed fewer RF than the present study (excess weight, high BP, sedentary leisure activities \geq four hours a day and inadequate nutrition).

The prevalence of high BP and overweight in the present sample (both 50.8%) was significantly higher than that identified in another Brazilian study on children and adolescents without ADs, in which the prevalence rates of high BP and overweight were 11% and 22.1%, respectively³⁰. However, our results regarding excess weight corroborate the findings of the Brazilian Family Budget Survey, which found a significant increase in the prevalence of overweight (34.8% in boys and 32.0% in girls) and obesity (16.6% in boys and 11.8% in girls) in children aged between five and nine years. These values were significantly higher than those found in teenagers aged between 10 and 19 years. The prevalence of excess body weight and obesity in boys and girls in this age range was of 27.3% and 23.4%, respectively³¹.

Sedentarism in childhood and adolescence is a known RF for CVD. The lower frequency of walking/

riding bicycles and the increased use of cars for individual transportation are some contributors to the decrease in children's physical activity levels. Children have also been engaging in less active play and sports during their free time, tending to spend significant amounts of time engaging in sedentary activities such as watching television, playing videogames and using the computer³². In the present study, 50% of the sample was classified active or very active, which differs from the findings obtained by Mazaro et al. (2011)³⁰, who reported that only 27.1% of the children in their sample regularly engaged in physical activity, and from the results of the National Student Health Survey (PeNSE) conducted in 2012 in year nine students in Southern Brazil, which found that 36.3% of respondents had a physically active lifestyle³³. However, it is important to note that the method used by these studies to measure physical activity levels was distinct from that employed in the present study.

The association between CVD and eating habits developed in childhood is also a noteworthy point. Although the relationship between eating habits and chronic disease is well established⁹, the relationship between dietary habits and the increased prevalence of RF may not be as evident in children. We therefore underscore the importance of investigations into the contribution of different RF to the increased prevalence of CVD, such as those which helped to establish the association between the intake of certain nutrients and elevated BP³⁴.

Our findings regarding nutrient intake may also be compared to others in the literature. A study by Joyce et al. (2009)³⁵, for instance, found that children and adolescents had a mean SFA intake of 27.3 and 32 grams, respectively, which is higher than the corresponding values obtained in the present study. Additionally, the previously cited study found that only 6% of participants aged between five and 12 years, and only 11% of those aged between 13 and 17 years, consumed adequate amounts of SFA ($\leq 10\%$). Although the intake values found in the present study were lower than those reported in other studies in the literature, the number of individuals found to consume more SFA than recommended is still alarming, as this feature has been found to be associated with an increased risk of CVD.

We also concluded that a significant number of patients in the sample consumed more sodium than recommended. Veiga et al. (2013)²⁵ also assessed nutrient intake in Brazilian adolescents aged 10 to 18 years, and found that individuals of both genders, but especially males, tended to consume over 3.000mg of sodium daily, which is far from the reference value of 2.300 mg³⁶. The high-sodium diets reported by both samples may be associated with the high prevalence of processed foods in the Brazilian diet²⁷.

In the present study, excess body fat was found to be more common among females. A similar finding was reported by Louise et al. (2012)¹¹ who assessed the as-

sociation between depression and anxiety symptoms and cardiovascular risk in children, and reported that women with higher depression and anxiety scores had higher body fat percentages than male participants.

Figure 1 shows that patients with PARS scores indicative of more severe anxiety (≥ 22 points) had the greatest number of cardiovascular RF. Although the number of individuals with 2, 3 or 4 RF was similar between groups, far more participants in the severe anxiety group displayed 5 or more cardiovascular RF when compared to individuals with less severe anxiety (PARS scores ≤ 21). Furthermore, the only individuals who had eight and ten cardiovascular RF were categorized into the more severe anxiety group.

The data in Table II also showed that, when patients are grouped according to the severity of their anxiety, a significant association between disease severity and the presence of ≥ 6 RF, excess abdominal fat as indicated by WC and CI, and excess %BF is revealed, suggesting a close association between this psychiatric disorder and markers of cardiovascular risk. Therefore, as well as having more clinically severe anxiety disorders, these patients may also require more attention due to the need to manage the cardiovascular RF present.

One of the limitations of the present study is the fact that some cardiovascular RF, such as those detected by biochemical tests, were not investigated. However, this is the first study to assess the association between the severity of anxiety disorders and the prevalence of cardiovascular RF, and the heterogeneity of our sample may facilitate the application of our findings to other individuals in similar age ranges. Data were collected by a team of trained researchers, and the assessment methods used have been validated both nationally and internationally. Furthermore, whilst cardiovascular RF are intrinsically related and non-independent, we were able to show associations between anxiety disorder and several factors. Unfortunately, our small sample size prevents us to perform more detailed analysis.

A high prevalence of cardiovascular RF was found in the present sample, and individuals with more severe anxiety had greater cardiovascular risk. These findings contributed to the characterization of the cardiovascular risk in young populations, especially in individuals with AD who are therefore more susceptible to CVD. Such findings are crucial for the development of lifestyle interventions in these patients. The reduced exposure to RF, the encouragement to adopt healthy dietary choices and the incentive to increase physical activity may lead to significant reductions in the prevalence of CVD in these populations.

Acknowledgements

The present study was financially supported by the Research Support Fund of the Clinical Hospital of Porto Alegre (FIPE/HCPA).

References

1. Olatunji BO, Cisler JM, Deacon BJ. Efficacy of cognitive behavioral therapy for anxiety disorders: a review of meta-analytic findings. *Psychiatr. Clin. North Am.* 2010;33(3):557-77.
2. Garipey, g.; Nitka, d.; Schmitz, N. The association between obesity and anxiety disorders in the population: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Obesity*, 2010; 34 (3):407-419.
3. Beesdo K, Knappe S, Pine DS. Anxiety and anxiety disorders in children and adolescents: developmental issues and implications for DSM-V. *Psychiatr. Clin. North Am.* 2009;32(3):483-524.
4. Costello EJ, Mustillo S, Erkanli A, Keeler G, Angold A. Prevalence and development of psychiatric disorders in childhood and adolescence. *Archives of General Psychiatry*;2009;60(8):837-44.
5. Sareen J, Cox BJ, Clara I, Asmundson GJG. The relationship between anxiety disorders and physical disorders in the U.S. National Comorbidity Survey. *Depress. Anxiety*. 2005;21(4):193-202.
6. Santos RD, Gagliardi ACM, Xavier HT, Magnoni CD, Cassani R, Lottenberg AM. [Guidance on the consumption of fats and cardiovascular health]. *Arq. Bras. Cardiol.* 2013;100(1 Suppl 3):1-40.
7. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância à Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Diretrizes e recomendações para o cuidado integral de doenças crônicas não transmissíveis: promoção da saúde, vigilância, prevenção e assistência / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância à Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, p.72. 2008.
8. Franks PW, Hanson RL, Knowler WC, Sievers ML, Bennett PH, Looker HC. Childhood obesity, other cardiovascular risk factors, and premature death. *N. Engl. J. Med.* 2010;362(6):485-93.
9. Who J, Consultation FAOE. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. *World Health Organ. Tech. Rep. Ser.* 2003;916:i-viii, 1-149, backcover.
10. Semiz S, Ozgören E, Sabir N. Comparison of ultrasonographic and anthropometric methods to assess body fat in childhood obesity. *Int. J. Obes. (Lond)*. 2007;31(1):53-8.
11. Louise S, Warrington N, McCaskie P. Associations between anxious-depressed symptoms and cardiovascular risk factors in a longitudinal childhood study. *Prev. Med.* 2012;54(5):345.
12. Sociedade Brasileira de Cardiologia / Sociedade Brasileira de Hipertensão / Sociedade Brasileira de Nefrologia. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. *Arq Bras Cardiol* 2010; 95(1 supl.1): 1-51).
13. Bassuk SS, Manson JE. Epidemiological evidence for the role of physical activity in reducing risk of type 2 diabetes and cardiovascular disease. *J. Appl. Physiol.* 2005;99(3):1193-204.
14. Olafiranye O, Jean-Louis G, Zizi F, Nunes J, Vincent M. Anxiety and cardiovascular risk: Review of Epidemiological and Clinical Evidence. *Mind Brain*. 2011;2(1):32-37.
15. Yusuf, S.; et al. Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): case-control study. *Lancet*, 2004;364 (9438): 937-952.
16. Hillman JB, Dorn LD, Bin Huang. Association of anxiety and depressive symptoms and adiposity among adolescent females, using dual energy X-ray absorptiometry. *Clin. Pediatr. (Phila)*. 2010;49(7):671-7.
17. Tanner, J.M. Growth at Adolescence. 2 ed. Oxford, Blackwell Scientific Publications; 1962.
18. De Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull. World Health Organ.* 2007;85(09):660-7.
19. Taylor RW, Jones IE, Williams SM, Goulding A. Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3-19 y. *Am. J. Clin. Nutr.* 2000;72(2):490-5.

20. McCarthy HD, Ashwell M. A study of central fatness using waist-to-height ratios in UK children and adolescents over two decades supports the simple message--'keep your waist circumference to less than half your height'. *Int. J. Obes. (Lond)*. 2006;30(6):988-92.
21. Beck CC, Lopes A da S, Pitanga FJG. Anthropometric indicators as predictors of high blood pressure in adolescents. *Arq. Bras. Cardiol*. 2011;96(2):126-33.
22. Williams DP, Going SB, Lohman TG, et al. Body fatness and risk for elevated blood pressure, total cholesterol, and serum lipoprotein ratios in children and adolescents. *Am. J. Public Health*. 1992;82(3):358-63.
23. Bouchard C, Tremblay A, Leblanc C, Lortie G, Savard R, Thériault G. A method to assess energy expenditure in children and adults. *Am. J. Clin. Nutr*. 1983;37(3):461-7.
24. Cale, L. Self-report measures of children's physical activity: recommendations for future development and a new alternative measure. *Health Education Journal*, 1994;53:74-82.
25. Da Veiga GV, da Costa RS, Araújo MC, et al. Inadequate nutrient intake in Brazilian adolescents. *Rev. Saude Publica*. 2013;47 Suppl 1:212S-21S.
26. Pine S, Greenhill L, Klein R, et al. Fluvoxamine for the treatment of anxiety disorders in children and adolescents. The Research Unit on Pediatric Psychopharmacology Anxiety Study Group. *N. Engl. J. Med*. 2001;344(17):1279-85.
27. Kendall PC, Compton SN, Walkup JT, et al. Clinical characteristics of anxiety disordered youth. *J. Anxiety Disord*. 2010;24(3):360-5.
28. Rogeness GA, Cepeda C, Macedo CA, Fischer C, Harris WR. Differences in heart rate and blood pressure in children with conduct disorder, major depression, and separation anxiety. *Psychiatry Res*. 1990;33(2):199-206.
29. Molina M del CB, Faria CP de, Montero MP, Cade NV, Mill JG. [Cardiovascular risk factors in 7-to-10-year-old children in Vitória, Espírito Santo State, Brazil]. *Cad. Saude Publica*. 2010;26(5):909-17.
30. Mazaro IAR, Zanolli M de L, Antonio MÁRGM, Morcillo AM, Zambon MP. Obesity and cardiovascular risk factors in school children from Sorocaba, SP. *Rev. Assoc. Med. Bras*. 2011;57(6):674-80.
31. Brasil. Ministério da Saúde, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 [document on the Internet]. 2011 [cited 2013 Feb 07]. Available from: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pof/2008_2009_encaa/pof_20082009_encaa.pdf.
32. Pinto ALS, Lima FR. Atividade física na infância e adolescência. *Rev Bras Reumatol*. 2001; 41 (4): 242-6.
33. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa nacional de saúde escolar 2012. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [document on the internet]. 2012 [cited 2014 Feb 10]. Available from: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/pense/2012/pense_2012.pdf.
34. Kranz S, Findeis JL, Shrestha SS. Uso do Índice de Qualidade da Dieta Infantil Revisado para avaliar a dieta alimentar de pré-escolares, seus preditores sociodemográficos e sua associação com peso corporal. *J Pediatr (Rio J)*. 2008; 84:26-34.
35. Joyce T, Wallace AJ, McCarthy SN, Gibney MJ. Intakes of total fat, saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids in Irish children, teenagers and adults. *Public Health Nutr*. 2009;12(2):156-65.
36. Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate. Washington (DC): National Academy Press; 2000.



Original/Síndrome metabólico

Relationships between serum calcium and magnesium levels and lipoproteins, homocysteine and insulin resistance/sensitivity markers at birth

Hanna K Ziniewicz^{1,2}, Eva Gesteiro², M José González-Muñoz³, Sara Bastida² and Francisco J Sánchez-Muniz^{2*}

¹Visiting scientist. ²Department of Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense. Madrid. Spain. ³Department of Nutrición, Bromatología y Toxicología. Facultad de Farmacia. Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares, Madrid. Spain.

Abstract

Background: The relationship between serum minerals and homocysteine, lipoprotein and glucose homeostasis markers at birth has been scarcely reported. This study aims to determine a) the relationship between calcium, magnesium, cardiovascular disease (CVD) markers (e.g. lipids, lipoproteins, homocysteine) and insulin sensitivity/resistance markers (e.g. glucose, insulin, HOMA) in cord serum; and b) to find out the possible influence of reduced or increased levels of serum calcium and magnesium on those markers.

Subjects and Methods: Forty-eight eutocic, normoweight and appropriated-for-gestational age, full-term, singleton without foetal distress newborns from the Mérida Study were studied. Parameter percentiles for serum calcium and magnesium as well as for the Ca/Mg ratio were stated. CVD and insulin sensitivity/resistance markers in neonates within the first quartile for calcium, magnesium and their ratio were compared with those of neonates within the fourth quartile for these minerals.

Results: Serum calcium negative correlated with HDL-c ($p<0.05$), arylesterase (AE) ($p<0.01$), the Apo A1/Apo B ($p<0.05$) and AE/HDL-c ($p<0.05$) ratios. Also, negative and significant correlations were found between the Ca/Mg ratio and AE ($p<0.01$), and AE/HDL-c ($p<0.05$). Neonates within the highest quartile for Mg displayed significantly higher levels of LDL-c and homocysteine ($p<0.05$). Newborns within the Ca/Mg ratio first quartile presented higher activities of AE while those of with high Ca/Mg ratio showed low levels of insulin.

Conclusions: Calcium and magnesium levels appear related to CVD and insulin sensitivity/resistance markers at birth. Future follow-up studies, mostly in neonates, with high magnesemia and/or high Ca/Mg ratio at birth are recommended.

(Nutr Hosp. 2015;31:278-285)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8007

Keywords: Calcium. Magnesium. Lipids. Lipoproteins. Insulin. HOMA. Neonates.

Correspondence: Prof. Dr. Francisco J Sánchez-Muniz. Departamento de Nutrición. Plaza Ramón y Cajal s/n. Facultad de Farmacia. 28040 Madrid. Spain. E-mail: frasan@ucm.es

Recibido: 4-IX-2014.
Aceptado: 5-X-2014.

RELACIONES DE LOS NIVELES SÉRICOS DE CALCIO Y MAGNESIO CON LOS DE HOMOCISTEÍNA, LIPOPROTEÍNAS, Y MARCADORES DE SENSIBILIDAD/RESISTENCIA A LA INSULINA AL NACIMIENTO

Resumen

Introducción La relación entre los niveles de minerales en suero con los de homocisteína, lipoproteínas y marcadores homeostáticos de glucosa al nacimiento es poco conocida. El objetivo del presente estudio fue doble: a) determinar la relación entre calcio, magnesio, marcadores de riesgo de enfermedad cardiovascular (CVD) (p.e. lípidos, lipoproteínas, homocisteína) y marcadores de sensibilidad/resistencia a la insulina (p.e. glucosa, insulina, HOMA) en sangre de cordón; b) encontrar la posible influencia de los niveles elevados o reducidos de calcio y magnesio en suero sobre tales marcadores.

Sujetos y Métodos Se testaron 48 recién nacidos a término, de parto eutócico, normopeso, peso adecuado para su edad gestacional, sin distrés fetal del Estudio Mérida. Se obtuvieron percentiles para calcio, magnesio y la relación Ca/Mg y se compararon los niveles de marcadores CVD y sensibilidad/resistencia a la insulina de los neonatos clasificados en el primer cuartil para calcio, magnesio y cociente Ca/Mg con aquellos del cuarto cuartil.

Resultados El calcio sérico se correlacionó negativamente con HDL-c ($p<0,05$), arylesterasa (AE) ($p<0,01$), cocientes Apo A1/Apo B ($p<0,05$) y AE/HDL-c ($p<0,05$). El cociente Ca/Mg correlacionó negativa y significativamente con AE ($p<0,01$) y AE/HDL-c ($p<0,05$). Los neonatos del cuarto cuartil para Mg presentaron niveles más elevados de LDL-c y homocisteína ($p<0,05$). Aquellos del primer cuartil para Ca/Mg presentaron actividades de AE más elevadas, mientras que los del cuarto cuartil para Ca/Mg, menores insulinemias.

Conclusiones Calcemia y magnesemia aparecen relacionadas al nacimiento con marcadores CVD y de sensibilidad/resistencia a la insulina. Se recomiendan estudios de seguimiento, particularmente en aquellos niños con niveles elevados de magnesio y/o cocientes Ca/Mg elevados al nacimiento.

(Nutr Hosp. 2015;31:278-285)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8007

Palabras Clave: Calcio. Magnesio. Lípidos. Lipoproteínas. Homocisteína. Insulina. HOMA. Neonatos.

Abbreviations

- AE: Arylesterase.
Apo: Apolipoprotein.
BMI: Body mass index.
TC: Total cholesterol.
CVD: Cardiovascular disease.
HDL-c: Cholesterol transported by high density lipoproteins.
HOMA: Homeostatic model assessment.
HOMA-IR: HOMA indicator of insulin resistance.
HOMA-S: HOMA indicator of insulin sensitivity.
Lp(a): Lipoprotein (a).
LDL-c: Cholesterol transported by low density lipoproteins.
oxLDL: oxidized LDL.
QUICKI: Quantitative Insulin Sensitivity Check Index.
TG: Triglycerides.
tHcyt: total homocysteine.

Introduction

Many degenerative diseases have a paediatric and very likely embryonic and foetal origin^{1,2}. It can be caused by various factors such as limited nutrient support during pregnancy^{1,2}. In fact, our group has been studying the importance of determination of biomarkers for cardiovascular disease (CVD)^{3,4} or metabolic syndrome at birth^{2,5}. Thus, the levels of some risk markers for CVD at the age of 4 (e.g. TC/HDL-c, Apo A1/Apo B) can be predicted by considering the concentration of these factors at birth and those of their respective parents⁶. Due to the central role of minerals in lipoprotein and glucose metabolisms, altered concentrations of those micronutrients in plasma or serum from umbilical cord blood may be useful markers. Thus, calcium ions present in the intracellular and in the extracellular fluids play a role in various biochemical processes, including cell communication, muscle contraction and blood clotting⁷. Ca²⁺ is required for activation of arylesterase (AE), an enzyme present in the HDL⁸ with pleiotropic antioxidant effects but of particular importance under CVD point of view^{9,10}. Ca deficiencies are rare in neonates due to the homeostatic control of calciotropic hormones, which allows little variation in Ca serum levels¹¹.

Magnesium is essential for the synthesis of fatty acids and proteins, and it is critical in metabolic processes that require energy derived from ATP¹². The study of Bastida et al.¹³ suggests that Mg is an important factor in the metabolism of lipoproteins at birth. Hypomagnesaemia affects insulin resistance and is a risk factor for type 2 and gestational diabetes mellitus. Magnesium is involved in multiple steps of signal transduction pathways of insulin, such as secretion of the hormone, binding and receptor activity, which suggests that the reduction of intracellular

Mg²⁺ decreases the activity of the insulin receptor, inhibiting the post-receptor action, which would result in an increase in insulin resistance¹⁴.

Because of the antagonistic role of calcium and magnesium, the Ca/Mg ratio is considered more informative than that of both ions separately¹⁵. The Ca/Mg ratio was inversely correlated with levels of TC in contrast to that reported in adults¹⁶.

The concurrence of altered lipids and markers of insulin sensitivity/resistance at birth has been scarcely investigated. The recent study of Gesteiro et al.¹⁷ has demonstrated that concurrence of dyslipaemia and dysglycaemia causes an increase in insulin resistance markers and negatively alters the lipoprotein profile at birth. However, as far as we know, no studies exist linking mineral levels and insulin sensitivity/resistance markers at birth. On the other hand there is considerable disparity about the cord serum mineral levels in different studies^{18,19}. In addition, mineral levels and neonatal CVD and insulin sensitivity/resistance markers are easily influenced by maternal characteristics such as age, pregnancy diet quality^{2,20}, pregnancies complicated by pre-eclampsia and intrauterine growth restriction²¹, Diabetes mellitus²², and the environment in which they live²³. Taking into account previous premises, the present study hypothesized that at birth the serum calcium, magnesium and their ratio are associated with some CVD and insulin sensitivity/resistance markers. The aim of the present paper was to study possible relationships between calcium, magnesium, and their ratio with some CVD and insulin sensitivity/resistance markers at birth in strictly selected neonates.

Materials and methods

Subjects and samples

The participant subjects of the present study were women who gave birth at the Mérida Hospital (Mérida, Badajoz, Spain) and participated in a cross-sectional study aimed to search the relationship at birth between serum minerals and different CVD and glucose homeostasis biomarkers. The Merida Hospital is a regional hospital of 400 beds, placed in a town of approximately 54,000 inhabitants, giving medical support to 150,000 people. This study was performed in accordance with the Helsinki Declaration and approved by the Mérida Hospital's Direction and this Hospital Ethics Committee. All participant mothers gave their written informed consent after receiving verbal and written information about the study. Since there is a well-established relationship between some metals and foetal development²⁴, and because previous reports confirm an association between perinatal conditions (such as gestational age, perinatal distress, mode of delivery) and lipoprotein profile²⁵

and between birth weight and insulin levels^{2,26}, newborns were selected in accordance with the following criteria: (i) Caucasian race; (ii) singleton live birth; (iii) eutocic delivery with cephalic presentation and without instrumental help; (iv) full-term, between the beginning of the 37th wk and the end of the 41st wk; (v) normoweight, between 2,500 and 3,999 kg, and appropriate-for-gestational-age; and (vi) without perinatal distress (Apgar scores of ≥ 7 at the 1st min and ≥ 9 at the 5th min).

Due to cord blood had been used for other analysis and, a minimum volume of 0.5 mL of serum was demanded for the determination of calcium and magnesium only 48 samples fulfilling the above-mentioned criteria were included and studied. The participation rate was about 23% of participating women in the Mérida Cohort study.

Analytical procedure

Immediately after delivery, about 3 mL mixed umbilical cord blood samples were collected in disposable plastic tubes. Blood was centrifuged (3,500 rpm for 5 min) to obtain serum. Aliquots were frozen at -18°C until processed. Duplicate serum samples were analysed for calcium and magnesium by flame atomic absorption spectrometry with previous acid digestion²⁷. Lanthanum chloride (Merck, Darmstadt, Germany) was added to samples and standards (final concentration 0.5% Lanthanum) to avoid interferences. Aliquots of human serum were used as an internal control to assess precision in the mineral determinations. The interassay relative standard deviation was $<10\%$ for both minerals. Certified reference materials (CRM 63, CRM 185, Community Bureau of Reference, Brussels, Belgium) were used to estimate accuracy. All laboratory equipment employed in the mineral analysis was washed with 10N nitric acid to avoid contamination. Distilled-deionized water (Milli Q plus, Millipore) was used for the preparation of dilutions and standards of the mineral analysis.

Serum TC concentrations were measured by the colorimetric enzymatic method (CHOD-PAP, Roche Diagnostics). HDL-c was tested using the HDL-cholesterol plus 2nd generation homogeneous enzymatic test (Roche Diagnostics). Triglycerides (TG) were determined by the colorimetric enzymatic method (GPO-PAP, Roche Diagnostics) and LDL-c was calculated using the formula of Friedewald et al. as validated in neonates by Glueck et al.²⁸ Apo A1 and Apo B and Lipoprotein (a) [Lp(a)] were determined by immunoturbidimetric methods (Tina-quant[®], Roche Diagnostics). All these determinations were processed in a Roche/Hitachi Modular P (Roche Diagnostics, Basel, Switzerland) analyser. Total homocysteine (tHcyt) was measured by fluorescence polarization immunoassay supplied by Abbott in an IMX[®] System analyser (Abbott Diagnostics, IL, USA). AE activity

was measured according to Nus et al. method¹⁰ at 37°C . One unit of AE was defined as the mmol of phenol formed from phenyl acetate per minute monitored using a thermostated T80+ spectrophotometer (PG Instruments[®] Ltd. Wibtoft, Leics, UK). OxLDL was determined using an ELISA test kit from Mercodia Laboratories (Uppsala, Sweden). The colorimetric end point was measured at 450 nm using a model ELx808 BioTek[®] spectrophotometer (BioTek Instruments, Winoosky, VT., U.S.A.).

Serum glucose and insulin were measured by the glucose hexokinase method and electrochemiluminescence immunoassay (ECLIA) both supplied by Roche Diagnostics (Basel, Switzerland). HOMA-IR²⁹ and the quantitative insulin sensitivity check index (QUICKI) were also calculated³⁰.

Our laboratory participates in the Spanish Clinical Chemistry Society (SEQC) External Quality Evaluation Program, which follows UNE-EN-ISO 9001:2000 standards and is certified by AENOR. All assays were properly calibrated and performed under internal and external quality controls provided by the manufacturers and SEQC, respectively. Intra-assay and inter-assay variation coefficients were 0.8% and 1.7% for TC; 1.5% and 1.8% for TG; 0.9% and 1.85% for HDL-c; 1% and 2.4% for Apo A1; 1.5% and 2.5% for Apo B; 2.3% and 2.8% for tHcyt; 8% and 8.9% for AE, and 4.5% and 5.0% for oxLDL, 1.0 and 1.7% for glucose; and 1.5 and 4.9 for insulin respectively.

Statistical studies

The Kolmogorov-Smirnov test was used to analyse the normal distribution of data. TG, HOMA-IR and HOMA-S indices were normalized by natural log transformation. Pearson product-moment correlations were applied to correlate serum mineral levels and the other analysed markers. The homogeneity of variances was assessed by Levene test (independent samples). Neonate distributions were made into quartiles (Q1 or percentiles 25 and Q4 or percentile 75, respectively). To ascertain the effect of the serum levels of minerals on different parameters, CVD and insulin sensitivity/resistance markers of neonates within the lowest quartile were compared with those of neonates within the highest quartile for calcium, magnesium and their ratio by the Student's *t*-test. Statistical significance was set at $p < 0.05$ while marginally significant at $p < 0.1$ using SPSS (version 19) statistical software package.

Results

Table I shows means, standard errors, and the 25th, 50th, and 75th percentiles of the different anthropometric, lipid, lipoprotein, and insulin sensitivity/resistance markers tested.

Table I

Anthropometric characteristics, calcaemia, magnesaemia, the Ca/Mg ratio, lipids, homocysteine, glucose, insulin and insulin sensitivity/resistance markers of the Mérida study newborns

	Mean	SE	Percentile		
			25th	50th	75th
Birth weight (kg)	3299	42.76	3065	3305	3510
BMI (kg/m ²)	13.20	0.16	12.26	13.24	13.83
Gestational age (wks)	39.74	0.18	38.86	39.93	40.71
Calcium (μ g/mL)	84.77	3.52	63.08	86.9	104.25
Magnesium (μ g/mL)	24.23	1.12	20.43	23.8	26.6
Ca/Mg	3.63	0.16	2.84	3.41	4.45
Total cholesterol (TC) (mg/dL)	60.83	3.66	48.0	56.0	66.75
Triglycerides (mg/dL)	31.5	3.54	17.25	27.0	39.0
LDL-c (mg/dL)	27.1	2.14	20.05	24.7	30.7
HDL-c (mg/dL)	27.44	1.46	20.25	26.5	32.5
Apo A1 (mg/dL)	72.63	2.9	62.0	69.65	78.98
Apo B (mg/dL)	32.56	4.3	17.13	22.35	32.93
oxLDL (U/L)	46.45	5.61	15.59	41.94	71.0
Arylesterase (AE) (U/L)	29.75	3.94	7.32	21.42	42.84
Homocysteine (μ mol/L)	5.66	0.26	4.37	5.44	6.51
TC/HDL-c	2.26	0.06	1.97	2.18	2.53
ApoA1/ApoB	3.12	0.21	2.18	3.04	3.84
AE/HDL-c (U/mg)	0.11	0.02	0.03	0.07	0.17
oxLDL/LDL-c (U/mg)	0.19	0.03	0.08	0.17	0.25
Glucose (mg/dL)	69.8	4.9	48.8	66.0	79.8
Insulin (mUI/mL)	5.07	0.61	2.08	4.05	6.42
Glucose/Insulin	23.55	4.19	10.69	17.41	25.96
HOMA-IR	1.05	0.20	0.25	0.6	1.16
HOMA-S	3.51	0.83	0.86	1.66	4.06
QUICKI	0.44	0.02	0.37	0.42	0.5

Data obtained from 48 strictly selected neonates. For more details see text.

Table II shows significant and marginally significant correlations between Ca, Mg and the Ca/Mg ratio and CVD and insulin sensitivity/resistance markers. At birth serum calcium negative correlated with HDL-c ($p < 0.05$), AE ($p < 0.01$), the Apo A1/Apo B ($p < 0.05$) and AE/HDL-c ($p < 0.05$) ratios. Also, negative and significant correlations were found between the Ca/Mg ratio and AE ($p < 0.01$), and AE/HDL-c ($p < 0.05$). Mg shows negative and marginally significant ($p < 0.1$) correlations with HDL-c/LDL-c. The Ca/Mg ratio also showed correlations that were marginally significant ($p < 0.1$) with TC, HDL-c, Apo A1, insulin and HOMA-IR.

Significant or marginally significant comparisons between levels of CVD or insulin sensitivity/resistance

markers of neonates within the first and fourth quartiles for Ca, Mg and the Ca/Mg ratio are shown in Table III. No significant differences were found for TG, TC, Apo A1, Apo B, Lp(a), LDL-c/Apo B, oxLDL/LDL-c ratios. With regard to Ca, neonates within the fourth quartile showed lower AE ($p < 0.01$) and tended to present lower ($p < 0.1$) levels of HDL-c, HDL-c/Apo A1 and Apo A1/ApoB ratios than those of neonates within the lowest quartile. LDL-c and tHcyt were significantly higher (both $p < 0.05$) while the ApoA1/ApoB ratio lower ($p < 0.05$) in neonates within the highest quartiles of Mg. Neonates within the fourth quartile of Mg tended to have reduced levels of the HDL-c/LDL-c but higher of the oxLDL/LDL-c ratios (both $p < 0.1$) than those of within the lower Mg quartile. Neonates wi-

Table II
Pearson product–moment correlations between cardiovascular and insulin resistance biomarkers and calcium, magnesium and the Ca/Mg ratio levels in cord serum of newborns from Mérida Study

	Ca	Mg	Ca/Mg
TC	NS	NS	-0.268 ⁺
HDL-c	-0.287*	NS	-0.270 ⁺
LDL-c	NS	NS	NS
Arylesterase (AE)	-0.411**	NS	-0.375**
Apo A1	NS	NS	-0.271 ⁺
Apo B	NS	NS	NS
TC/HDL-c	NS	NS	NS
HDL-c/LDL-c	-0.305*	-0.267 ⁺	NS
LDL-c/Apo B	NS	NS	NS
Apo A1/Apo B	-0.365*	NS	NS
AE/HDL-c	-0.339*	NS	-0.321*
Glucose	NS	NS	NS
Insulin	NS	NS	-0.260 ⁺
HOMA-IR	NS	NS	-0.269 ⁺
QUICKI	NS	NS	NS
Glucose/insulin	NS	NS	NS

*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p \leq 0.05$; ⁺ $p < 0.1$, borderline for statistical significance; NS, not significant. For units and abbreviations, see Table I and general abbreviations.

thin the highest quartile for the Ca/Mg ratio showed reduced activities of AE ($p < 0.01$), lower insulin levels (both $p < 0.05$) and AE/HDL-c ratio ($p < 0.01$) but higher glucose/insulin ratio ($p < 0.05$) in neonates within the fourth quartile of the Ca/Mg ratio.

Discussion

Information about the possible role of minerals on lipoprotein metabolism at birth is very scarce^{13,31}. Even less data exist about the possible role of minerals on insulin sensitivity/resistance at birth or in the association of dysglycemia-dyslipemia also at birth. Therefore, this report should be considered as a pioneering research in those topics.

Studied newborns had a bodyweight and body mass index (BMI) that did not significantly differ from the whole population of the Merida Study^{5,17,20} and were also similar to those other studies in Spanish neonates⁴. The concentrations of lipid, lipoproteins, tHcyt, glucose, insulin and other studied markers were quite similar to those of found by our group in the whole neonatal population,^{5,17} indicating that the selected neonates were representative from those of the Me-

rida Study. Birth concentrations of minerals, as well as quartiles, suggest large distribution amplitude for some minerals. International bibliography shows that there is considerable disparity in the cord blood-serum mineral levels^{18,19}. We do not know the involved reasons, but differences in mothers' diets, or in some methodological issues may explain, at least partially, differences in neonatal mineral concentrations between studies.

The negative correlations found between Ca and many CVD risk factors are interesting although, a possible CVD protective role of calcium-rich diets has been reported in adults³². Due to the known anti-oxidant role of HDL^{8,33} and that of its AE related enzyme^{8,9}, it could be hypothesized that less HDL-c and AE are demanded in those neonates within the first quartile for Ca. When comparing neonates classified according the Ca percentiles we found that, although there was no significant effect of this mineral on insulin sensitivity/resistance markers, those newborns within the highest quartile for Ca had lower AE activities than those from the lowest quartile. As the AE enzyme shows active centre for Ca and this ion has been known to clearly enhance AE activity¹⁰, it can be hypothesized that less AE activity is demanded when higher Ca levels are available. Results also suggest some decrease in the level of HDL-c and ApoA1, probably related to the AE decrease as AE is a HDL enzyme with important CVD role and pleiotropic antioxidant effects^{7,8}.

Magnesaemia seems to be an important factor affecting CVD markers at birth as LDL-c and homocysteine was higher while the ApoA1/ApoB ratio appeared lower in neonates within the highest Mg quartile. This fact is even more relevant considering the increase tendency of LDL oxidation (given by the oxLDL/LDL-c ratio). LDL oxidation has been defined as an important factor for atherosclerosis initiation and development³³.

No clear hypothesis is available to explain this potential negative association considering the neonatal strict selection performed. However, no significant association was found between serum Mg and any insulin sensitivity/resistance markers at birth. Mg is essential element for the synthesis of fatty acids and protein, and participates in metabolic processes that require energy derived from ATP¹². It is involved in multiple steps of signal transduction pathways of insulin, such as secretion of the hormone, binding and receptor activity, which suggests that the reduction of intracellular Mg²⁺ decreases the activity of the insulin receptor which would result in an increase in insulin resistance¹⁴.

Differing from the current study, previous results of our group suggested that the serum Ca/Mg ratio affected neonatal TC¹³. Differences can be attributed to stricter neonatal selection performed in the present study where large- or small-for-gestational-age children were not included.

Table III
Lipoprotein, arylesterase (AE) and homocysteine, insulin, and glucose levels in neonates from the Mérida Study classified according to quartiles of serum calcium, magnesium or the Ca/Mg ratio

		Ca	Mg	Ca/Mg
HDL-c (mg/dL)	P ≤ 25	30.73 ± 3.87 ⁺	NS	NS
	P > 75	22.75 ± 1.94		
LDL-c (mg/dL)	P ≤ 25	NS	21.7 ± 2.73*	NS
	P > 75		28.43 ± 1.69	
oxLDL (U/L)	P ≤ 25	NS	29.56 ± 9.69 ⁺	NS
	P > 75		62.16 ± 15.86	
AE (U/L)	P ≤ 25	39.66 ± 8.86*	NS	49.38 ± 9.50**
	P > 75	18.64 ± 5.19		14.12 ± 3.94
Homocysteine (μmol/L)	P ≤ 25	NS	4.77 ± 0.27*	NS
	P > 75		6.06 ± 0.48	
TC/HDL-c	P ≤ 25	NS	NS	NS
	P > 75			
HDL-c/LDL-c	P ≤ 25	NS	1.57 ± 0.38 ⁺	NS
	P > 75		0.91 ± 0.05	
HDL-c/Apo A1	P ≤ 25	0.38 ± 0.02 ⁺	NS	NS
	P > 75	0.34 ± 0.01		
Apo A1/Apo B	P ≤ 25	3.6 ± 0.47 ⁺	3.87 ± 0.43*	NS
	P > 75	2.47 ± 0.44	2.55 ± 0.34	
AE/HDL-c (U/mg)	P ≤ 25	NS	NS	0.21 ± 0.05**
	P > 75			0.07 ± 0.02
Insulin (mUI/mL)	P ≤ 25	NS	NS	6.35 ± 1.26*
	P > 75			3.38 ± 0.42
Glucose/insulin	P ≤ 25	NS	NS	14.22 ± 2.27*
	P > 75			20.55 ± 2.02

Data are the mean ± standard error. Only parameters showing significant differences or at the borderline for the statistical significance are shown. P, percentile for the concentrations of the different minerals. Significant differences from: *** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$; ⁺ $p < 0.1$ differences in borderline for statistical significance, NS: Not significant. For abbreviations, see general abbreviations.

Similarly to that already commented for Ca, the Ca/Mg ratio appears relevant affecting AE activity and probably related to the role of Ca on the AE activation^{7,9}. The effect of the Ca/Mg ratio on many insulin sensitivity/resistance markers seems remarkable. None of the neonates within the highest quartile of the Ca/Mg ratio had insulin levels > 6 μUI/mL, cut-off point suggested by Gesteiro et al.⁵, while over 60% of newborns within the lowest quartile had insulin levels > 6 μUI/mL. Thus, present results suggest that neonates having a higher Ca/Mg ratio showed a lower insulin levels, glucose/insulin ratio, and thus higher insulin sensitivity. Mg ion is an important enzyme co-factor that is associated with carbohydrate metabolism because it plays a role in the regulation and inhibition of insulin.¹⁴ Moreover, insulin is

an important hormone that regulates the balance of Mg¹⁴. Further, as insulin is secreted by a Ca-dependent process, dysfunction of Ca channel is associated with diabetes³⁴. Ca and Mg, which are associated with the role of insulin, play an antagonistic role in the cells³⁵. Thus, it was suggested that the Ca/Mg ratio may be more important in the determination of the activity of cells than the absolute concentration of both ions¹⁵, and concluded that glucose increases the influx of calcium and the release of insulin at birth. However, glucose blood concentration seems to be independent of the extracellular Ca²⁺ concentration when the ratio is not altered.

Since only one neonate presented concurrence of high TG and elevated glucose, and another neonate had low HDL-c and elevated serum glucose, the

effect of minerals on the concurrence of dyslipemia and dysglycemia in newborns was not tested nor discussed. Nonetheless, six neonates showed the concurrence of low TG and high HDL-c levels while high TG and low HDL-c levels concurred in just two newborns. Calcium ($p=0.034$) and the Ca/Mg ratio ($p=0.016$) were significantly lower in those neonates presenting the concurrence of two metabolic syndrome components, suggesting a role of Ca and the Ca/Mg ratio in that concurrence. However, due to the small number of neonates showing those concurrences, results have to be carefully considered and demand ampler studies.

Although the study was performed in neonates selected according to strict criteria (singletons, normoweight, appropriate-for-gestational-age, full term, with foetal distress), it has to be pointed out that the present study has limitations as a) the reduced number of neonate studies and b) clinical determination of some minerals could have low specificity and sensitivity in the general population³⁶. Moreover, the concentration in cord serum is the resultant of interactions between maternal factors (e.g. diet) and organ uptakes and efflux.

Conclusion

The current study results suggest the existence of multiple relationships between calcium and CVD and insulin sensitivity/resistance markers at birth. Particularly, outstanding effects on the markers were observed in cases of Mg on lipoproteins and tHcys, and the Ca/Mg ratio on insulin sensitivity/resistance markers. Therefore, it seems recommendable to perform future follow-up studies in a larger number of infants to improve knowledge in the relationship between serum mineral concentrations and metabolic syndrome markers at birth.

Acknowledgements

The authors are indebted to neonates and their families participating in the Mérida Study, to the Services of Biochemistry and Obstetrics and Gynaecology of Hospital of Mérida. The study was partially supported by the Project AGL-2008 04892-C03-02.

Disclosure statement

The authors have nothing to disclose

References

1. Barker DJ. Fetal origins of coronary heart disease. *BMJ* 1995; 311: 171-4.
2. Sánchez-Muniz FJ, Gesteiro E, Espárrago Rodilla M, Rodríguez-Bernal B, Bastida S. La alimentación de la madre durante el embarazo condiciona el desarrollo pancreático, el estatus hormonal del feto y la concentración de biomarcadores al nacimiento de Diabetes mellitus y síndrome metabólico. *Nutr Hosp* 2013; 28: 250-74.
3. Bastida S, Sánchez-Muniz FJ, Cuesta C, Perea S, Ureta A. Serum apolipoproteins A-I and B in male and female full-term newborns of the Toledo-Study (Spain). *Acta Paediatr* 1996; 85: 750-2.
4. Bastida S, Sánchez-Muniz FJ, Cuesta C, Perea S, Aragonés A. Male and female cord blood lipoprotein profile differences throughout the term-period. *J Perin Med* 1997; 27: 184-91.
5. Gesteiro E, Bastida S, Sánchez-Muniz FJ. Insulin resistance markers in term normoweight neonates. The Mérida Cohort. *Eur J Ped* 2009; 168: 281-8.
6. Bastida S, Sánchez-Muniz FJ, Cuena R, Aragonés A, Bravo C. Lipid and lipoprotein concentrations at age 4. Association with neonatal and parental levels. *Med Clin (Barc)* 2007; 128: 521-8.
7. Narbona López E, Contreras Chova F, Pérez Iañez R, García Iglesias F, Miras Baldo MJ. Metabolismo fosfocálcico en el periodo neonatal. Protocolos de Neonatología de la Asociación Española de Pediatría, 2008; 169-76.
8. Canales A, Sánchez-Muniz FJ. Paraoxonase, anything else than one enzyme? *Med Clin (Barc)* 2003; 12: 537-48.
9. Aviram M, Rosenblat M, Bisgaier CL, Newton RS, Primo-Parro SL, La Du BN. Paraoxonase inhibits high density lipoproteins oxidation and preserves its functions. A possible peroxidative role for paraoxonase. *J Clin Invest* 1998; 101:1581-90.
10. Nus M, Sánchez-Muniz FJ, Sánchez-Montero JM. A new method for the determination of arylesterase activity in human serum using simulated fluid. *Atherosclerosis* 2006; 188: 155-9.
11. Minagawa M, Yasuda T, Kobayashi Y, Niimi H. Transient pseudohypoparathyroidism of the neonate. *Eur J Endocrinol* 1995; 133: 151-5.
12. Al-Ghadi SMG, Cameron EC, Sutton RAL. Magnesium deficiency: pathophysiologic and clinical overview. *Am J Kidney Dis* 1994; 24: 737-52.
13. Bastida S, Vaquero MP, Veldhuizen M, Sánchez-Muniz FJ. Selected trace elements and minerals in cord blood: association with lipids and lipoproteins at birth. *Acta Paediatr* 2000; 89: 1201-6.
14. Naira AV, Hoherb B. Loss of insulin-induced activation of TRPM6 magnesium channels results in impaired glucose tolerance during pregnancy. *PNAS* 2012; 109: 11324-9.
15. Atwater I, Beigelman PM. Dynamic characteristics of electrical activity in pancreatic beta-cells. I. - Effects of calcium and magnesium removal. *J Physiol (Paris)* 1976; 72: 769-86.
16. Speich MS, Gelot S, Arnaud P, Van Goc N, Robinet N, Pineu A. Multiple and simple correlations between magnesium, calcium, zinc, potassium, total and HDL-cholesterol in 111 reference subjects. *Magn Bull* 1984; 4: 137-41.
17. Gesteiro E, Bastida S, Sánchez-Muniz FJ. Cord-blood lipoproteins, homocysteine, insulin sensitivity/resistance marker profile, and concurrence of dysglycaemia and dyslipaemia in full-term neonates of the Mérida Study. *Eur J Pediatr* 2013; 172: 883-94.
18. Speich M, Bousquet B, Auget JL, Gelot S, Laborde O. Association between magnesium, calcium, phosphorus, copper, and zinc in umbilical cord plasma and erythrocytes, and the gestational age and growth variables of full-term newborns. *Clin Chem* 1992; 38: 141-3.
19. Negi R, Pande D, Karki K, Kumar A, Khanna RS, Khanna HD. Trace elements and antioxidant enzymes associated with oxidative stress in the pre-eclamptic/eclamptic mothers during fetal circulation. *Clin Nutr* 2012; 31: 946-50.
20. Gesteiro E, Bastida S, Sánchez-Muniz FJ. Effects of maternal glucose tolerance, pregnancy diet quality and neonatal insulinemia upon insulin resistance/sensitivity biomarkers in normoweight neonates. *Nutr Hosp* 2011; 26: 1447-55.
21. Rodie VA, Caslake MJ, Stewart F. Fetal cord plasma lipoprotein status in uncomplicated human pregnancies and in preg-

- nancies complicated by pre-eclampsia and intrauterine growth restriction. *Atherosclerosis* 2004; 176: 181–7.
22. Al-Saleh E, Nandakumaran M, Al-Shammari M, Makhseed M, Sadan T, Harouny A. Maternal-fetal status of copper, iron, molybdenum, selenium and zinc in insulin-dependent diabetic pregnancies. *Arch Gynecol Obstet* 2005; 271: 212–7.
 23. Lin YY, Hwang YH, Chen PC, Chen BY, Wen HJ, Liu JH, et al. Contribution of gestational exposure to ambient traffic air pollutants to fetal cord blood manganese. *Environ Res* 2012; 112: 1–7.
 24. Ghebremeskel K, Burns L, Burden TJ, Harbige L, Costeloe K, Powell JJ, et al. Vitamin A and related essential nutrients in cord blood; relationships with anthropometric measurements at birth. *Early Hum Dev* 1994; 39: 177–88.
 25. Lane DM, McConathy WJ. Factors affecting the lipid and apolipoprotein levels of cord sera. *Pediatr Res* 1983; 17: 83–91.
 26. Yada KK, Gupta R, Gupta A, Gupta M. Insulin levels in low birth weight neonates. *Indian J Med Res* 2003; 118: 197–203.
 27. Ball DW. Field Guide to Spectroscopy. Spie Press, USA 2006.
 28. Glueck CJ, Steiner P, Leuba U Cord blood low-density lipoprotein-cholesterol estimation versus measurement with the preparative ultracentrifuge. *J Lab Clin Med* 1973; 82: 467–72.
 29. Livesey G. A systematic review of the glycaemic response to foods and health. ILSI Europe workshop. Glycaemic response on health. International Life Sciences Institute, Brussels, 2006; 82–127.
 30. Katz A, Nambi SS, Mather K. Quantitative insulin sensitivity check index: a simple, accurate method for assessing insulin sensitivity in humans. *J Clin Endocrinol Metab* 2000; 85: 2402–10.
 31. Yount NY, McNamara DJ, Al-Ohtman AA, Lei KY. The effect of copper deficiency on rat hepatic 3-hydroxy-3-methylglutaryl co-enzyme A reductase activity. *J Nutr Biochem* 1990; 1: 27–33.
 32. Kromhout D. Diet and cardiovascular diseases. *J Nutr Health Aging* 2001; 5: 144–9.
 33. Ross R. Atherosclerosis an inflammatory disease. *New Engl J Med* 1999; 340:115–26.
 34. Ojuka EO. Role of calcium and AMP kinase in the regulation of mitochondrial biogenesis and GLUT4 levels in muscle. *Proc Nutr Soc* 2004; 63: 275–8.
 35. Iseri LT, French JH. Magnesium: nature's physiological calcium blocker. *Am Heart J* 1984; 108: 188–94.
 36. Mataix Verdú J (ed.). Tratado de Nutrición y Alimentación. Ergón, Majadahonda (Madrid), 2009.



Original/Síndrome metabólico

Estudio del síndrome metabólico y de la obesidad en pacientes en hemodiálisis

Angel I. Quero Alfonso¹, Ruth Fernández Gallegos², Rafael Fernández Castillo¹,
Francisco Javier Gomez Jimenez¹, María del Carmen García Rios¹ e Inmaculada García García¹

¹Universidad de Granada. Facultad de Ciencias de la Salud. Campus de Ceuta. ²Servicio de Nefrología Unidad de Hemodiálisis. Hospital Universitario Virgen de las Nieves. Granada. España.

Resumen

Introducción: El síndrome metabólico (SM) esta formado por un conjunto de alteraciones clínicas y bioquímicas es muy comun entre los pacientes en hemodiálisis crónica y representa la principal causa de mortalidad en estos pacientes, 44% del total de pacientes sometidos a diálisis.

Objetivos: El objetivo de este trabajo fue investigar la prevalencia del Síndrome Metabólico y factores de riesgo asociados a su desarrollo, así como la prevalencia de la obesidad en pacientes en HD.

Métodos: En este trabajo se ha seguido a 90 pacientes de ambos sexos con IRC que fueron tratados con hemodiálisis periódicamente en nuestra unidad durante diez años. A todos los pacientes se le realizaron mediciones trimestrales de albúmina plasmática (Alb), y otras determinaciones bioquímicas, y se les efectuaron mediciones antropométricas de peso, altura e índice de masa corporal calculado mediante la formula peso/talla², agrupada en valores IMC según la OMS, se recogieron datos acerca de hipertensión, glucosa.

Resultados: La prevalencia de SM fue del 25% y de la obesidad fue, 45% sobrepeso tipo I; 30,8% de pacientes con sobrepeso tipo II y 12,2% obesas. Como factores de riesgo estadísticamente significativos se obtuvieron el IMC, sobrepeso, triglicéridos, colesterol total y colesterol HDL así como la hipertensión y niveles elevados de glucosa.

Conclusiones: El SM compromete la supervivencia del paciente hemodiálisis pudiendo apreciarse una alta prevalencia del mismo. Los factores de riesgo fundamentales en el SM son la vigilancia del peso, IMC, triglicéridos y colesterol HDL, hipertension y la diabetes.

(Nutr Hosp. 2015;31:286-291)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8207

Palabras clave: Índice de masa corporal. Hemodiálisis. Síndrome Metabólico. Antropometría. Enfermedad Renal.

Correspondencia: Dr. Rafael Fernández Castillo.
Universidad de Granada.
Facultad de Ciencias de la Salud.
Campus de Ceuta.
C/ Cortadura del Valle SN. C.P. 51001, Ceuta, Spain.
E-mail: rafaelfernandez@ugr.es

Recibido: 9-X-2014.
1.ª Revisión: 21-X-2014.
Aceptado: 23-X-2014.

STUDY OF THE METABOLIC SYNDROME AND OBESITY IN HEMODIALYSIS PATIENTS

Abstract

Introduction: The metabolic syndrome (MS) consists of a set of clinical and biochemical changes. It is very common among chronic hemodialysis patients, being the leading cause of death in these patients, 44% of all patients undergoing this therapy.

Aims: The aim of this study was to investigate the prevalence of MS and risk factors associated with its development, as well as the prevalence of obesity in HD patients.

Methods: This study has followed 90 patients of both sexes with chronic renal failure (CRF) who were treated with hemodialysis periodically in our unit for ten years. All patients were performed quarterly measurements of plasma albumin (Alb) and other biochemical analysis; besides, they underwent some anthropometric measurements like weight, height and body mass index (BMI). This was calculated using weight / size² formula and grouped in BMI values according to WHO criteria. The data concerning hypertension and glucose were also considered.

Results: The prevalence of MS was 25% and obesity was presented as follows: 45% with type I overweight; 30.8% with type II overweight and 12 patients (2%) were obese. Being statistically significant as risk factors, BMI, overweight, triglycerides, total cholesterol, HDL cholesterol as well as hypertension and elevated glucose levels were obtained.

Conclusions: The metabolic syndrome compromises the patient survival causing a high prevalence in these patients. The principal risk factors in MS are monitoring weight, BMI, triglycerides, HDL cholesterol, hypertension and diabetes.

(Nutr Hosp. 2015;31:286-291)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8207

Key words: BMI. Hemodialysis. Metabolic Syndrome. Anthropometry. Renal Disease.

Introducción

El síndrome metabólico (SM) es un trastorno complejo descrito por primera vez por Reaven en 1988¹. El síndrome metabólico esta formado por un conjunto de alteraciones clínicas y bioquímicas tales como obesidad, alteraciones de la glucemia, disminución de los niveles de lipoproteínas de alta densidad (HDL), triglicéridos elevados (TG) e hipertensión (HTA)². No obstante también se ha destacado la edad como factor determinante en la incidencia del síndrome metabólico tanto en hombres como en mujeres según la National Health and Nutrition Examination Survey³.

El síndrome metabólico representa un importante problema de salud en los países occidentales^{4,5}. Puede afectar casi el 20% de la población adulta y el 40% de los adultos mayores de 60 años⁶. Muchos estudios han demostrado que el síndrome metabólico es un factor de riesgo importante para algunas enfermedades, como la enfermedad cardiovascular, muy común entre los pacientes en hemodiálisis crónica y representa la principal causa de mortalidad en estos pacientes, 44% del total de pacientes sometidos a diálisis⁷⁻⁹. Por lo tanto el síndrome metabólico es un predictor importante de enfermedades coronarias arteriales, trombosis y enfermedad vascular cerebral, y reconocido como el principal indicador de eventos de ECV¹⁰.

Además el aumento en la actualidad de la incidencia de la obesidad registrado en las últimas décadas ha provocado un aumento en la prevalencia del síndrome metabólico (SM) en la población general¹¹, pero la presencia de SM no solo aumenta el riesgo cardiovascular en la población general sino también en los pacientes sometidos a tratamiento renal sustitutivo como es la hemodiálisis¹². La prevalencia general de síndrome metabólico puede llegar a 70% de la población en hemodiálisis (HD) y es especialmente frecuente entre los diabéticos, las mujeres y los pacientes caucásicos con enfermedad renal en etapa terminal¹³.

Este estudio tiene como objetivo investigar la prevalencia del Síndrome Metabólico y factores de riesgo asociados a su desarrollo, así como la prevalencia de la obesidad en nuestros pacientes en HD.

Sujetos

La muestra estuvo formada por 90 pacientes de ambos sexos con insuficiencia renal crónica que realizan diálisis periódicamente en la Unidad de Hemodiálisis. Hospital Universitario Virgen de las Nieves, no fueron seleccionados mediante procedimientos de muestreo aleatorio y su participación en el estudio viene determinada por la asistencia al centro de diálisis en las fechas en que se realizó el estudio (Enero de 2002 a Enero de 2013.). Las edades estaban comprendidas entre 32 y 83 años, 47 hombres y 43 mujeres. El tiempo medio de estancia en hemodiálisis fue de 10.5 ± 5.2 Años. La etiología del fallo renal se refleja en la Tabla I.

Métodos

A todos los pacientes se realizaron mediciones coincidiendo con los controles analíticos establecidos en nuestra unidad (desde el 1º año hasta el 10º año) de: colesterol total (CT), lipoproteínas de baja densidad (LDL), lipoproteínas de alta densidad (HDL) concentración de triglicéridos (Tr), albúmina (Alb), creatinina (Crs), acido úrico (Aur), urea (Ur), homocisteína (Hcy) y proteínas totales (PT). Las muestras de sangre periférica se extrajeron entre las 8.30 y las 9 de la mañana: bioquímica: 6 ml de sangre en tubo Venojet® II (Terumo; autosep®). Las determinaciones de bioquímica se realizaron a 37°, se empleó el analizador automático de química clínica Roche/ Hitachi 747, y los reactivos correspondientes, todos ellos suministrados por la compañía Roche. Todas las determinaciones se realizaron en laboratorio general del Hospital General Virgen de las Nieves de Granada. La muestras de sangre se obtuvieron directamente del acceso vascular para hemodiálisis antes de inicio del tratamiento y antes de la administración de heparina.

A todos los pacientes se les efectuaron mediciones antropométricas de peso y altura. El peso se midió por una balanza tallímetro Perperson 113481 en kilogramos y la altura en centímetros. El índice de masa corporal fue calculado mediante la fórmula peso/talla², y agrupada según la clasificación de la OMS en IMC < 20 delgados, 20 a 25 sobrepeso 1, 26 a 30 sobrepeso 2 y >30 obesas.

El Síndrome Metabólico se definió según el National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III (NCEP-ATP-III)¹⁴, que establece el diagnóstico por la presencia de al menos tres de los siguientes criterios: obesidad usando el IMC ≥ 30 kg/m²; triglicéridos (TG) ≥ 150 mg/dL o en tratamiento; colesterol HDL < 40 mg/dL para hombres o < 50 mg/dL para mujeres; Presión arterial sistólica ≥ 130 mm Hg, y diastólica ≥ 85 mm Hg, y/o tratamiento antihipertensivo y determinación de glucemia en ayunas ≥ 100 mg/dL o en tratamiento diabético. De los 90 pacientes 18 padecían Síndrome Metabólico frente a 72 que no.

Tabla I
Causas de Enfermedad Renal Crónica en la población de estudio

Causas	%
Desconocida	17.8
Diabetes	17.8
Intersticial	15.1
Glomerular	20.5
Vascular	15.1
Poliquistica	9.6
Nefrosclerosis	2.7
Lupus	1.4

Tabla II

Evolución de los valores medios anuales de las categorías de IMC según OMS en la población de estudio

IMC	Años									
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º
< 18,5 Bajo Peso	14.3%	14.6%	5.5%	9.2%	10.5%	8.7%	14.8%	12.3%	19.4%	12.9%
18,5 a 25 Normal	26.2%	37.1%	50.5%	46.8%	44.7%	46.4%	40%	58%	43.8%	48.4%
25 a 30 Sobrepeso	54.8%	47.2%	34.9%	35.5%	31.6%	24.6%	27.8%	18.5%	25%	25.8%
>30 Obeso	4.8%	5.6%	9.2%	8.5%	13.2%	20.3%	17.4%	11.1%	11.8%	12.9%

Análisis estadístico

El análisis se realizó mediante el paquete estadístico SPSS 15.0.1, para valorar las diferencias entre Índice de Masa Corporal, parámetros bioquímicos y años en grupos, se utilizó el análisis de varianza (ANOVA), además se usó el análisis de Kaplan Meier para valorar la supervivencia del paciente con respecto al IMC. Todos los datos se expresan en valor medio + desviación estándar ($X \pm DS$), considerándose significación estadística con valores de $p < 0,05$.

Resultados

Como podemos observar en la Figura 1 el peso de los pacientes varió de forma significativa durante los diez años de seguimiento, llama especialmente la atención que se produzca un descenso del peso en mujeres, mientras que se produce un aumento en el peso de los hombres. Cuando observamos los valores medios de

IMC clasificados según la OMS y los comparamos por año de estudio observamos como va disminuyendo cada año la proporción de pacientes con sobrepeso, aumentado la proporción de paciente con valores normales de peso y aumentando aunque en menor proporción de pacientes con obesidad (Tabla II), obteniendo una porcentaje medio total a los diez años de 12% de pacientes delgados, 45% sobrepeso tipo I; 30,8% de pacientes con sobrepeso tipo II y 12,2% obesas.

Los datos de laboratorio y demográficos de ambos grupos de pacientes se muestran en la Tabla III. El peso y el IMC fueron mayores en los pacientes con SM que en los pacientes sin SM, encontrándose diferencias estadísticamente significativas. En cuanto a los niveles medios de albúmina, creatinina, urea u ácido úrico nos se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos aunque los niveles fueron algo mayores en el grupo que no padecía SM.

Los niveles de triglicéridos, colesterol total y colesterol HDL fueron considerablemente mayores en los pacientes con SM que en los pacientes sin SM de

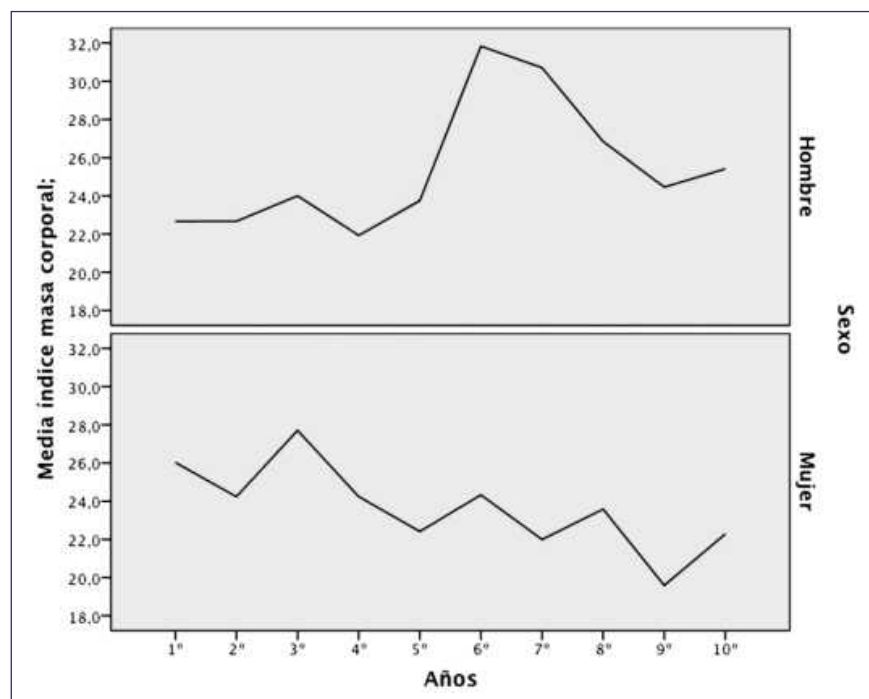


Fig. 1.—Evolución del peso en hombres y mujeres durante 10 años de seguimiento.

forma significativa, en cambio aunque los niveles de Colesterol LDL fueron mayores en el grupo de SM, no se apreciaron diferencias entre los dos grupos estadísticamente significativas.

Tabla III
Comparación de parámetros antropométricos y bioquímicos entre pacientes que presentaron SM, y pacientes que no presentaron SM

Parámetros	Pacientes con SM n=18	Pacientes sin SM n=72	P
Edad	59,08	58,36	NS
Sexo H/M	8/10	39/33	NS
Hipertension %	90%	85%	0,000
Peso Kg	72,80	63,03	0,000
IMC	29,49	24,87	0,000
Alb	3,68	3,75	NS
Crs	8,81	10,14	NS
Ur	137,23	144,94	NS
Aur	7,86	7,53	NS
Tr	239,40	143,32	0,000
CT	183,73	83,66	0,000
LDL	90,07	84,46	NS
HDL	49,14	42,98	0,000
PT	6,57	6,64	NS
Glucosa	173,54	101,25	0,000
Hcy	20,46	20,667	NS

Las diferencias entre los dos grupos en cuanto a niveles de Proteínas totales y Homocisteína tampoco fueron estadísticamente significativas aunque fueron ligeramente mayores en el grupo de los pacientes sin SM. Si fueron mayores los niveles de glucosa en los pacientes con SM.

En cuanto a la supervivencia del paciente, tras 10 años de seguimiento, el análisis de supervivencia de Kaplan Meier (Figura 2), muestra la supervivencia en ambos grupos para un IMC >30 Kg/m², estando significativamente más disminuida en los pacientes con SM que en los pacientes sin SM.

Discusión

Los resultados del presente estudio indican que el Síndrome Metabólico, según lo definido por los criterios National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III (NCEP-ATP-III)¹⁴, está presente a los 10 años en el 25% de los pacientes en hemodiálisis, y no se asoció significativamente con el sexo o la edad, hallazgo que coincide con otros trabajos¹⁶⁻¹⁸.

Además, una serie de estudios indican que la obesidad (característica principal del SM) es cada vez más reconocida como una de las causas de la enfermedad renal crónica (ERC)^{19,20}. Actualmente se habla de glomerulopatía relacionada con la obesidad cuyas características y curso clínico son parecidas a glomerulopatía inducida por diabetes o hipertensión^{21,22}. Es progresiva e implicaría un exceso de carga excretora lo que conllevaría un periodo progresivo y sostenido de hiperinsulinemia sin hiperglucemia, seguido por una etapa de hiperglucemia y posteriormente una disminución de los niveles de insulina²³. En nuestro

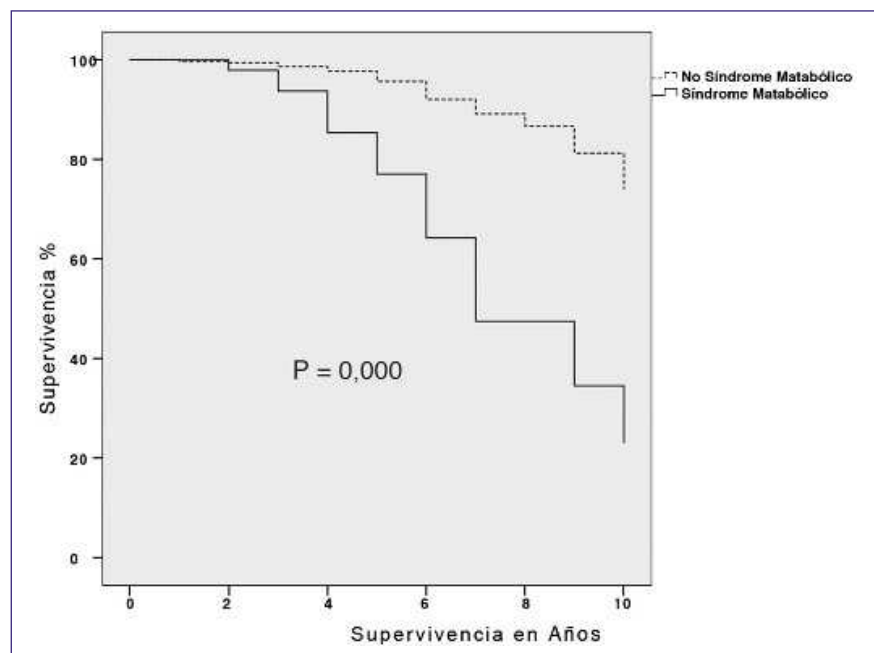


Fig. 2.—Gráfico de Supervivencia de Kaplan Meier entre pacientes con IMC ≥ 30 kg/m² con y sin SM.

estudio las diferencias en el peso e IMC de los pacientes son significativamente mayores en el grupo de MS al igual que los niveles elevados de triglicéridos y de colesterol HDL, esto demuestra que la obesidad y la dislipemia son componentes muy importantes del SM en los pacientes en hemodialisis. Varios estudios señalan al SM como factor de riesgo importante para la diabetes mellitus de nueva aparición²⁴⁻²⁵. Otro hallazgo de interés es que el peso disminuye en el tiempo en el sexo femenino mientras que en el hombre se produce un aumento, esto hallazgo no lo hemos encontrado en otros estudio lo que parecería indicar un aumento del SM mayor en mujeres.

La hipertensión suele ser el elemento más común del SM afectando hasta a un 85% de los pacientes^{26,27}, nuestro estudio supera esta cifra encontrándonos un 90% de pacientes hipertensos, mientras que la diabetes mellitus afecta el 46% de ellos. Estos dos factores están implicados en la patogenia de la ERC, independientemente del SM. Además algunos estudios también han señalado que existe una relación entre el número de factores de riesgo de SM y el riesgo de ERC^{28,29}.

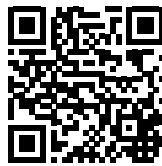
De forma individual los factores de riesgo del SM, como la presión arterial, índice de masa corporal y elevación de los niveles de colesterol, han demostrado tener una asociación con la tasa de mortalidad en la población de diálisis³⁰, pero de forma conjunta y como SM puede predecir la tasa la morbilidad y mortalidad en pacientes en diálisis. Algunos estudios han encontrado tasas de morbimortalidad del 2,6% mayores en pacientes con SM en comparación con aquellos que no lo presentaban³¹, en nuestro estudio hemos encontrado una asociación directa y estadísticamente significativa de la supervivencia de los pacientes en diálisis quedando patente la menor supervivencia de aquellos que presentan SM.

En conclusión nuestros resultados ponen de manifiesto la importancia del SM como alteración clínica y metabólica que compromete gravemente la supervivencia del paciente en tratamiento renal sustitutivo o hemodiálisis donde podemos apreciar una alta prevalencia del SM. Los factores de riesgo fundamentales para prevenir el SM son la vigilancia del peso, IMC, triglicéridos y colesterol HDL, hipertensión y la diabetes.

Referencias

1. Reaven, G.M. The metabolic syndrome: requiescat in pace. *Clin. Chem.*, 2005, 51, 931-38.
2. Grundy SM, Cleeman JI, Daniels SR, et al. Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association; National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement. *Circulation*. 2005;112:2735-52.
3. Ford ES, Giles WH, Mokdad AH. Increasing prevalence of the metabolic syndrome among U.S. adults. *Diabetes Care*. 2004;27:2444-49.
4. Young DO, Lund RJ, Haynatzki G, Dunlay RW. Prevalence of the metabolic syndrome in an incident dialysis population. *Hemodial Int*. 2007;11:86-95.
5. Sanisoglu SY, Oktenli C, Hasimi A, Yokusoglu M, Ugurlu M. Prevalence of metabolic syndrome-related disorders in a large adult population in Turkey. *BMC Public Health*. 2006; 6: 92.
6. Hildrum B, Mykletun A, Hole T, Midthjell K, Dahl AA. Age-specific prevalence of the metabolic syndrome defined by the International Diabetes Federation and the National Cholesterol Education Program: the Norwegian HUNT 2 study. *BMC Public Health*. 2007; 7:220-4.
7. Gu D, Reynolds K, Wu X, Chen J et al. Prevalence of the metabolic syndrome and overweight among adults in China. *Lancet*, 2005; 365: 1398-1405.
8. Borzou SR, Gholyaf M, Zandiha M. The effect of increasing blood flow rate on dialysis adequacy in hemodialysis patients. *Saudi J Kidney Dis Transpl*, 2009;20 (4), 639-42.
9. Cordeiro AC, Qureshi AR, Stenvinkel P. Abdominal fat deposition is associated with increased inflammation, protein-energy wasting and worse outcome in patients undergoing haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant*, 2010;25 (2): 562-8.
10. Scuteri A, Najjar SS, Morrell CH, Lakatta EG. The metabolic syndrome in older individuals: prevalence and prediction of cardiovascular events: the Cardiovascular Health Study. *Diabetes Care*, 2005;28:882-7.
11. De Vries AP, Bakker SJ, van Son WJ, et al. Metabolic syndrome is associated with impaired long-term renal allograft function; not all component criteria contribute equally. *Am J Transplant*. 2004;4:1675-83.
12. Porrini E, Delgado P, Bigo C, et al. Impact of metabolic syndrome on graft function and survival after cadaveric renal transplantation. *Am J Kidney Dis*. 2006;48:134-142.
13. Bellinghieri G, Bernardi A, Piva M, et al. Metabolic syndrome after kidney transplantation. *J Ren Nutr*. 2009;19:105-110.
14. Grundy SM, Cleeman JI, Daniels SR, et al. Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement. *Circulation* 2006;112:2735-52.
15. Wahba IM, Mak RH. Obesity and obesity-initiated metabolic syndrome: mechanistic links to chronic kidney disease. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2007;2:550-62.
16. Young DO, Lund RJ, Haynatzki G, Dunlay RW. Prevalence of the metabolic syndrome in an incident dialysis population. *Hemodial Int*. 2007;11:86-95.
17. Armstrong KA, Hiremagalur B, Haluska BA, et al. Free fatty acids are associated with obesity, insulin resistance, and atherosclerosis in renal transplant recipients. *Transplantation*. 2005;80:937-44.
18. Alfadda AA, Al-Daghri NM, Malabu U. Apolipoprotein B/apolipoprotein A-I ratio in relation to various definitions of metabolic syndrome among Saudi patients with type 2 diabetes mellitus. *Saudi Med J* 2008;29(6):821-5.
19. Elsaid, S.A.; Hamada, M.A.; Alsarani, K.A. Obesity and metabolic syndrome in Saudi hemodialysis patients. *J. Nephrol. Ren. Transplant.*, 2009, 2, 18-27.
20. Grzegorzewska, A.E. Metabolic syndrome in dialyzed patients. Diagnosis and insulin resistance. *Pol. Merkur. Lekarski*. 2010; 28(164), 162-65.
21. Bakker SJ, Ron T, Gansevoort and Dick de Zeeuw, Metabolic syndrome: a fata morgana? *Nephro Dial Transpl* 2007; 22(1):15-20.
22. Williams JD, Woods FH. Insulin resistance, the metabolic syndrome and renal failure – Is there a special problem for patients treated with peritoneal dialysis? *Eur Endocr Rev* 2006. 29:351-66.
23. Kyrou I, Valsamakis G, Tsigos G. The Endocannabinoid system as a target for the treatment of visceral obesity and metabolic syndrome. stress, obesity, and metabolic syndrome. *Ann NY Acad Sci* 2006;1083:270-305 .
24. Luan FL, Stuckey LJ, Ojo AO. Abnormal glucose metabolism and metabolic syndrome in non-diabetic kidney transplant recipients early after transplantation. *Transplantation*. 2010;89 (8):1034-9.
25. Ford ES, Li C, Sattar N. Metabolic syndrome and incident diabetes: current state of the evidence. *Diabetes Care*. 2008; 31(9):1898-904

26. Li, A, Maglione M, Tu W, et al. Meta-analysis: Pharmacologic treatment of obesity. *Ann Intern Med* 2005;142:532–46.
27. Katherine RT. Renal manifestations of the metabolic syndrome. *Nephrol Dial Transpl* 2005;20(5):861-4 .
28. Susan PB. Obesity–initiated metabolic syndrome and the kidney: A recipe for chronic kidney disease? *J Am Soc Nephrol* 2004;15: 2775-91.
29. Salmenniemi U, Ruotsalainen E, Pihlajamäki J, et al. Multiple abnormalities in glucose and energy metabolism and coordinated changes in levels of adiponectin, cytokines, and adhesion molecules in subjects with metabolic syndrome. *Circulation* 2004;110:3842–8.
30. Wu CC, Liou HH, Su PF, et al. Abdominal obesity is the most significant metabolic syndrome component predictive of cardiovascular events in chronic hemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant*. 2011;26(11): 3689–95.
31. Tu SF, Chou YC, Sun CA, Hsueh SC, Yang T. The prevalence of metabolic syndrome and factors associated with quality of dialysis among hemodialysis patients in Southern Taiwan. *Glob J Health Sci*. 2012;4(5):53–62.



Original/Síndrome metabólico

Efectos de exenatide LAR en diabetes mellitus tipo 2 y obesidad

Roberto Sierra Poyatos, Pilar Riobó Serván y Clotilde Vázquez Martínez

Servicio de Endocrinología y Nutrición. Hospital Universitario Fundación Jiménez Díaz-IdC Salud. Madrid. España.

Resumen

Introducción: Los análogos GLP-1 han demostrado ser un tratamiento eficaz en el tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2 (DM-2) y la obesidad.

Objetivo: Evaluar la eficacia de exenatide LAR sobre la pérdida de peso, control glucémico, tensión arterial (TA) y perfil lipídico, en DM-2 y obesidad.

Material y métodos: Estudio retrospectivo de pacientes en tratamiento con exenatide LAR durante 6 meses. Se recogieron datos demográficos (edad, sexo), antropométricos, glucemia basal, hemoglobina glicada (HbA1c), tensión arterial y perfil lipídico al inicio y a los 6 meses de tratamiento. Se ha realizado un análisis de regresión logística para evaluar posibles factores predictores de eficacia.

Resultados: 30 pacientes (17 varones, edad media: 61,7±9,5 años) con DM-2 de 9,7±6,2 años de evolución. La HbA1c se redujo en 1,3% (IC95% 1,04-1,57, p <0,001), el peso en 2,8 kg (IC95% 1,67-3,96; p <0,001), y el IMC en 1,9 kg/m² (IC95% 1,08-2,93; p <0,001). El colesterol total disminuyó 26,9 mg/dl (IC 95% 9,23-38,8, p = 0,003), el colesterol LDL 21,2 mg/dl (IC95% 7,56-34,9; p = 0,02), y los triglicéridos 53,9 mg/dl (IC 95% 46,4-77,1 mg/dl; p = 0,004). No se observaron diferencias estadísticamente significativas en los valores de TA y colesterol HDL. El 53,3% lograron un nivel de HbA1c <7%, el 66,6% perdieron peso, y el 43,3% de los pacientes ambos objetivos. Ninguna de las variables estudiadas se confirmó como predictora de respuesta al tratamiento. Respecto a los efectos secundarios, 53,3% pacientes refirieron molestias gastrointestinales (náuseas) y el 26,6% aparición de nódulos subcutáneos.

Conclusiones: El tratamiento con exenatide LAR, en obesidad y DM-2, ha demostrado efecto beneficioso sobre el peso, el IMC, el control glucémico y lipídico, a pesar del largo tiempo de evolución de la diabetes en nuestros pacientes.

(Nutr Hosp. 2015;31:292-298)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8283

Palabras clave: Exenatide LAR. Diabetes mellitus. Obesidad. Riesgo cardiovascular.

Correspondencia: Roberto Sierra Poyatos
Servicio de Endocrinología y Nutrición
Hospital Universitario Fundación Jiménez Díaz-IdC Salud
Avda. Reyes Católicos, 2
28040 Madrid
E-mail: roberto.sierra@fjd.es

Recibido: 24-X-2014.
Aceptado: 23-XI-2014.

EFFECTS OF EXENATIDE LAR IN TYPE 2 DIABETES MELLITUS AND OBESITY

Abstract

Introduction: GLP-1 analogs have been shown to be an effective treatment of type 2 diabetes mellitus (DM-2) and obesity.

Objectives: Evaluate the efficacy of exenatide LAR on weight loss, glycemic control, blood pressure (BP) and lipid profile, in DM-2 and obesity.

Material and Methods: Retrospective study of patients treated with exenatide LAR for 6 months. Demographic data (age, gender), anthropometric, fasting glucose, glycated hemoglobin (HbA1c), blood pressure and lipid profile were collected at baseline and at 6 months after treatment. We performed a logistic regression analysis to assess possible predictors of efficacy.

Results: 30 patients (17 male, mean age: 61.7 ± 9.5 years old) with DM-2 of 9.7 ± 6.2 years of evolution. HbA1c was reduced by 1.3% (95% CI 1.04-1.57; p <0.001), weight by 2.8 kg (95% CI 1.67-3.96, p <0.001) and BMI by 1.9 kg/m² (95% CI 1.08-2.93; p <0.001). Total cholesterol decreased by 26.9 mg/dl (95% CI 9.23-38.8, p = 0.003), LDL cholesterol by 21.2 mg/dl (95% CI 7.56-34.9, p = 0.02) and triglycerides by 53.9 mg/dl (95% CI 46.4-77.1 mg/dl, p = 0.004). No statistically significant changes in blood pressure and HDL cholesterol were observed. 53.3% of patients got an HbA1c <7%, 66.6% lost weight, and 43.3% simultaneously achieved both of them. Neither of the studied variables was confirmed as a predictor of treatment response. Regarding side effects, 53.3% reported gastrointestinal discomfort (nausea) and 26.6% reported subcutaneous nodules of spontaneous resolution.

Conclusions: Treatment with exenatide LA, in obesity and DM-2, has shown beneficial effect on lipid weight, BMI, glycemic control and lipid profile, despite the long duration of diabetes in our patients.

(Nutr Hosp. 2015;31:292-298)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8283

Key words: Exenatide LAR. Diabetes mellitus. Obesity. Cardiovascular risk.

Abreviaturas

TA: Tensión arterial.
DM-2: Diabetes mellitus tipo 2.
HbA1c: Hemoglobina glicada.
TAS: Tensión arterial sistólica.
TAD: Tensión arterial diastólica.
SPSS: Statistical Package for the Social Sciences.
IC: Intervalo de confianza.
IMC: Índice de masa corporal.
DL: Dislipemia.
GLP-1: Péptido-1 similar al glucagón.
FDA: Food and Drug Administration.
ADA: American Diabetes Association.
ACCORD: Action to control Cardiovascular Risk in Diabetes.
ADVANCE: Action in diabetes and Vascular Disease: Preterax and Diamicon Modified Released Control Evaluation.
VADT: Veterans Administration Diabetes Trial.
ORIGIN: Outcome Reduction with on initial Glargine Intervention Trial.
DURATION: Diabetes therapy Utilization: Researching changes in A1c, weight and other factors Through Intervention with exenatide Once weekly.
UKPDS: United Kingdom Prospective Diabetes Study.

Introducción

El síndrome metabólico, descrito por Reaven¹ en 1988, asocia la obesidad y la diabetes mellitus tipo 2 (DM-2) a otras alteraciones como la hipertensión arterial (HTA) y la dislipemia (DL), y guarda una estrecha relación con el riesgo cardiovascular. Es más, los pacientes con DM-2 tienen entre 2 y 4 veces más riesgo de enfermedad cardiovascular que la población general, y entre un 50 y un 80% de las personas con diabetes muere por enfermedad cardiovascular².

La prevalencia de DM-2 asociada a obesidad presenta proporciones epidémicas con una estimación mundial de 382 millones de personas en 2013 y un incremento esperado para el año 2035 que alcanzará los 592 millones³. La prevalencia en España es del 13,8 %, habiéndose experimentado un aumento en la última década en nuestro medio del 30%, con una proporción de diabetes no diagnosticada del 40%. Puesto que se trata de una enfermedad crónica que conlleva el desarrollo de complicaciones micro y macrovasculares, las consecuencias sociosanitarias del aumento en su prevalencia son significativas³.

Las modificaciones en el estilo de vida junto con fármacos sensibilizadores a la acción de la insulina (metformina), constituyen el primer escalón terapéutico⁴. Sin embargo, al tratarse de una enfermedad crónica con deterioro progresivo de la función de la célula beta pancreática se requiere añadir nuevas herramientas terapéuticas en el curso evolutivo de la enfermedad. La

mayoría de antidiabéticos orales, así como la insulina, favorecen la ganancia de peso en estos pacientes, lo cual dificulta el control metabólico. La pérdida ponderal es fundamental ya que produce disminución de la resistencia a la insulina, mejoría del control metabólico y menor número de fármacos necesarios⁵. En pacientes con obesidad y mal control metabólico a pesar de medidas higiénico-dietéticas y metformina, los análogos del péptido-1 similar al glucagón (GLP-1), constituyen el siguiente escalón terapéutico. El GLP-1 es una hormona incretina que estimula la secreción de insulina e inhibe la liberación de glucagón de forma glucosa-dependiente, ejerciendo a su vez otras acciones extrapancreáticas, como ralentización del vaciamiento gástrico, inhibición del apetito, pérdida de peso, mejoría de la función de la célula beta, disminución de la lipogénesis hepática y efectos cardiovasculares beneficiosos sobre la función endotelial, TA, función ventricular y respuesta a la isquemia miocárdica aguda⁶.

En España, en la actualidad, se encuentran autorizados 4 análogos GLP-1 para el tratamiento de la DM-2 con mal control metabólico y obesidad (IMC > 30 kg/m²): exenatide LAR, liraglutide, exenatide y lixisenatide. Se están desarrollando nuevos fármacos de esta clase. Albiglutide y dulaglutide se encuentran en fase de aprobación. En el caso de liraglutide, varios estudios han demostrado su potencial en el tratamiento de la obesidad en pacientes obesos sin diabetes a dosis superiores (3 mg) a las recomendadas para el tratamiento de la diabetes, habiendo sido aprobada recientemente esta indicación por la Food and Drug Administration (FDA)⁷.

Exenatide LAR, compuesto por microesferas biodegradables de ácido poli-DL-co-glicólico, es el primer análogo GLP-1 que se administra de forma semanal y proporciona un control glucémico sostenido. Además de mejorar el perfil glucémico y disminuir el peso corporal, ejerce diversas acciones positivas a nivel cardiovascular (TA y perfil lipídico). Los efectos secundarios más frecuentes son molestias gastrointestinales, siendo las náuseas el más frecuente en relación con el inicio del tratamiento. También se han descrito nódulos subcutáneos en el lugar de inyección que se resuelven de forma espontánea a las 4-8 semanas⁸.

En este estudio se presenta nuestra experiencia en la práctica clínica habitual con el primer análogo GLP-1 de administración semanal.

Objetivo

Evaluar la eficacia de exenatide LAR sobre la pérdida de peso, control glucémico, tensión arterial (TA) y perfil lipídico, en DM-2 y obesidad.

Material y métodos

Estudio longitudinal retrospectivo, incluyendo 30 pacientes con DM-2 y obesidad, que habían iniciado

tratamiento con exenatide LAR entre julio de 2013 y febrero de 2014. Los datos se obtuvieron mediante la revisión de historias clínicas, siguiendo los protocolos establecidos para acceder a los datos con fines de investigación y comunicación científica.

Se incluyeron pacientes con DM tipo 2 con mal control metabólico (HbA1c >7%), obesidad (IMC >30 kg/m²) y edad >18 años. Se excluyeron aquellos pacientes con trastornos psiquiátricos graves, historia de cirugía bariátrica o de resecciones intestinales, insuficiencia renal o hepática, cáncer activo, embarazo o inmunodepresión.

Se estudiaron las siguientes variables: sexo, edad, tiempo de evolución de la DM, presencia de complicaciones micro o macrovasculares y los parámetros clínicos y de laboratorio al inicio y a los 6 meses de tratamiento: peso, TA, glucemia en ayunas, HbA1c y perfil lipídico (colesterol total, colesterol LDL, colesterol HDL y triglicéridos). El diagnóstico de las complicaciones macro y microvasculares se hizo de acuerdo con las definiciones de *Standars of medical care in diabetes de la American Diabetes Association (ADA)*⁹.

Todos los pacientes recibieron educación diabetológica y recomendaciones higiénico-dietéticas (dieta estándar de 1500 kcal para diabetes) por parte de una enfermera especializada durante el seguimiento.

Para el análisis estadístico de los datos, se utilizó el programa estadístico SPSS® versión 17.0. Se evaluaron posibles factores predictores de eficacia de exenatide-LAR mediante un análisis de regresión logística, utilizando como variable dependiente un nivel de HbA1c <7% y como variables independientes la edad, sexo, duración de la DM, peso y HbA1c inicial. Se consideró significación estadística a partir de valores de $p < 0,05$.

Resultados

La edad media fue de $61,7 \pm 9,5$ años (hombres 56,6%, mujeres 44,4%) con un tiempo medio de evo-

Tabla I
Características clínicas de la muestra

Nº pacientes	30	
Edad	$61,7 \pm 9,5$ años	
Sexo	Hombres	17 (56,7%)
	Mujeres	13 (44,3%)
Tiempo de evolución de la diabetes	$9,7 \pm 6,2$ años	
Complicaciones microvasculares	Retinopatía	4 (13,3%)
	Nefropatía	11 (36,7%)
	Neuropatía	7 (23,3%)
Complicaciones macrovasculares	Cardiovasculares (ICC, IAM)	5 (16,7%)
	Neurovasculares (AIT, ictus)	2 (6,7%)
Factores de riesgo cardiovascular	HTA	20 (66,7%)
	DL	26 (86,7%)

lución de la DM-2 de $9,7 \pm 6,2$ años. El 13,3% presentaban retinopatía, 36,6% nefropatía, 23,3% neuropatía y 23,3% complicaciones macrovasculares. Además, el 66,6% de los pacientes tenían hipertensión arterial y 86,6% dislipemia. Las características clínicas de los pacientes se muestran en la Tabla 1.

Tras un periodo de 6 meses en tratamiento con exenatide LAR, la HbA1c se redujo en 1,3% (HbA1c inicial $8,6 \pm 1,4\%$; IC95% 1,04-1,57, $p < 0,001$) (Figura 1) y la glucemia basal en 40,4 mg/dl (Glucemia inicial $183,4 \pm 22,1$ mg/dl; IC95% 31,7-49; $p < 0,001$). Se obtuvo una disminución de peso de 2,8 kg (IC95% 1,67-3,96; $p < 0,001$) desde un valor inicial medio de $106,2 \pm 26,2$ kg (Figura 2) y el IMC se redujo en 1,9

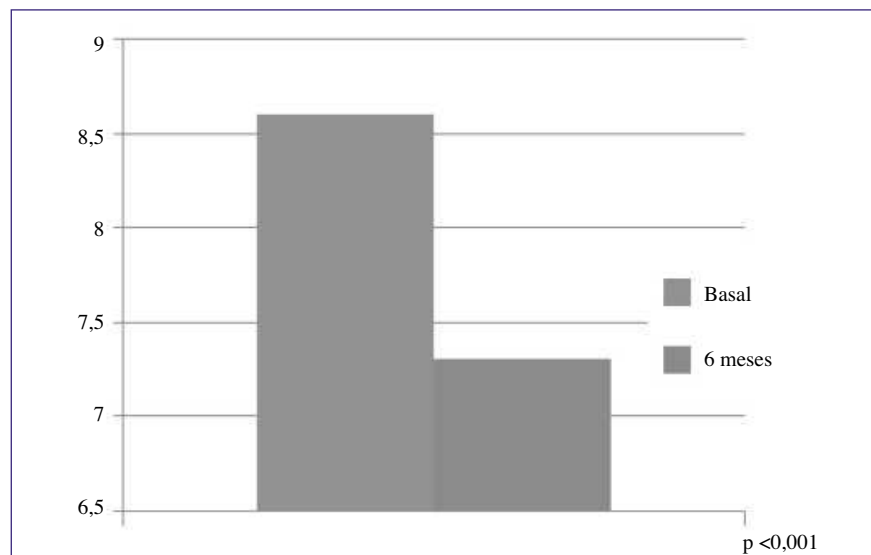


Fig. 1.—Eficacia de exenatide LAR sobre el control glucémico (HbA1c)..

Tabla II
Resultados

Variable	Basal	6 meses	Diferencia	p; IC95%
Peso (Kg)	106,2±26,2	103,4±29,1	2,8	<0,001; 1,67-3,96
IMC (Kg/m ²)	40,6±7,4	38,7±6,8	1,9	<0,001; 1,08-2,93
HbA1c (%)	8,6±1,4	7,3±1,1	1,3	<0,001; 1,04-1,57
Glucemia basal (mg/dl)	183,4±22,1	143±13,5	40,4	<0,001; 31,7-49
TA sistólica (mmHg)	135,9±13	138,5±17,4	-2,6	>0,05
TA diastólica (mmHg)	80,4±13,1	81,1±12	-0,7	>0,05
Colesterol total (mg/dl)	228,6±37	201,7±39,2	26,9	0,003; 9,23-38,8
Colesterol LDL (mg/dl)	129,6±39,8	108,4±33,1	21,2	0,02; 7,56-34,9
Colesterol HDL (mg/dl)	33±10,7	34,2±11,5	-1,2	>0,05
Triglicéridos (mg/dl)	274,2±100,7	220,3±102,1	53,9	0,004; 46,4-77,1

puntos (IMC inicial 40,6±7,4 kg/m² IC95% 1,08-2,93; p<0,001). En relación al perfil lipídico, se obtuvo una reducción de colesterol total de 26,9 mg/dl (IC 95% 9,23-38,8, p = 0,003), colesterol-LDL de 21,2 mg/dl (IC95% 7,56-34,9; p = 0,02) y triglicéridos de 56,9 mg/dl (IC 95% 46,4-77,1 mg/dl; p = 0,004). No se observaron diferencias estadísticamente significativas en los valores de colesterol-HDL ni en el control de la tensión arterial. Estos resultados se muestran en la Tabla 2.

El 53,3% de los pacientes lograron un nivel de HbA1c <7%, el 66,6% perdieron peso, y un 43,3% de los pacientes alcanzaron simultáneamente ambos objetivos. Ninguna de las variables estudiadas (edad, sexo, duración de la DM, peso o HbA1c inicial) se confirmaron como predictoras de respuesta al tratamiento en el análisis de regresión logística.

Con respecto a los efectos secundarios, el 53,3% de los pacientes refirieron molestias gastrointestinales

(náuseas) y el 26,6% nódulos subcutáneos con resolución espontánea sin necesidad de retirada del tratamiento. No se registraron abandonos del tratamiento durante el seguimiento.

Discusión

El tratamiento de los pacientes con síndrome metabólico debe orientarse a alcanzar y mantener los objetivos a largo plazo de los diferentes factores de riesgo cardiovascular, para evitar o retrasar la aparición de las complicaciones micro y macrovasculares, y mejorar así la calidad de vida del paciente¹⁰.

En el caso de la diabetes, los estudios *Action to control Cardiovascular Risk in Diabetes* (ACCORD), *Action in diabetes and Vascular Disease: Preterax and Diamicron Modified Released Control Evaluation* (ADVANCE), *Veterans Administration Diabetes Trial*

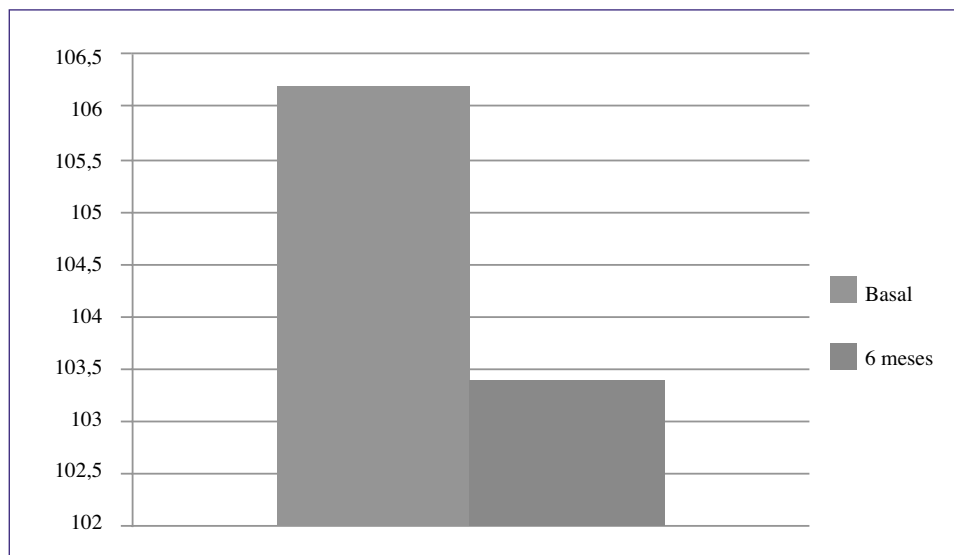


Fig. 2.—Eficacia de exenatide LAR sobre el peso.

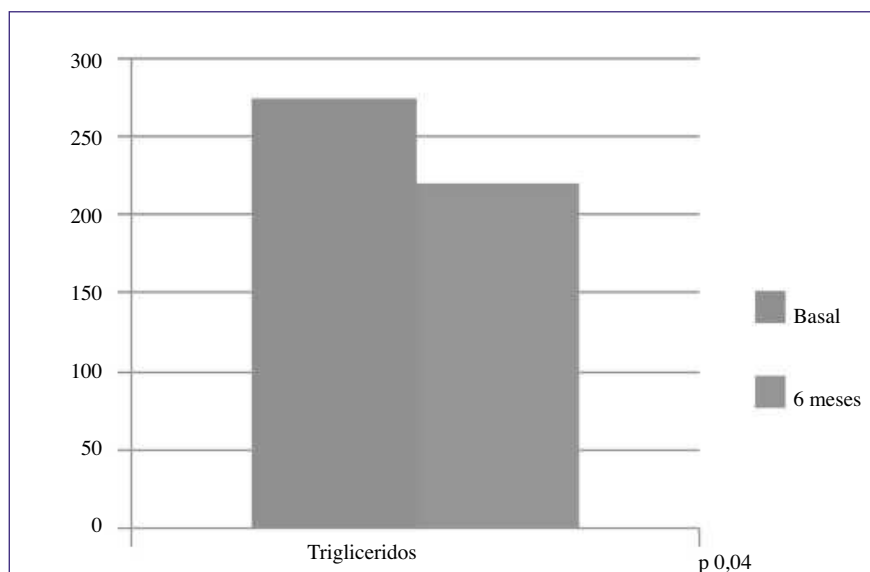
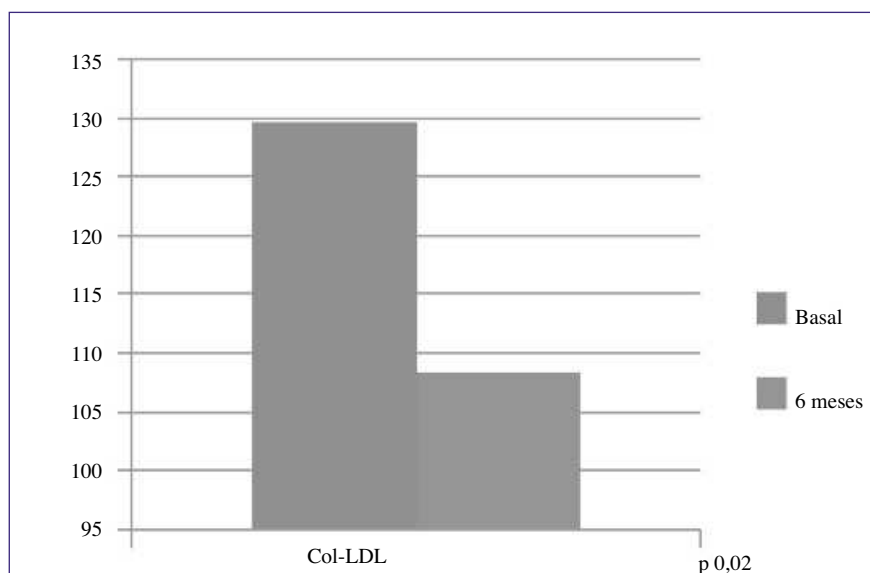
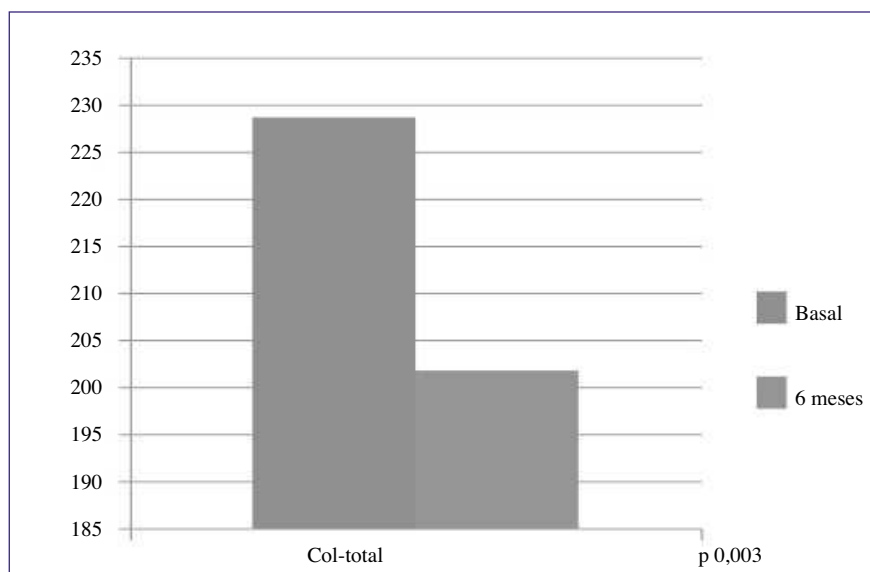


Fig. 3.—Eficacia de exenatide LAR sobre el perfil lipídico.

(VADT), el *Outcome Reduction with on initial Glargine Intervention Trial* (ORIGIN), y el metaanálisis de los tres primeros, sugieren que la reducción de un 1% en la HbA1c, disminuye el riesgo relativo de infarto agudo de miocardio en un 13%¹¹. El tratamiento intensivo de la glucemia, combinado con el de otros factores de riesgo como HTA y DL, parece acortar el tiempo necesario para mejorar el riesgo cardiovascular¹².

Desafortunadamente, menos del 60% de los pacientes diabéticos alcanza el objetivo de control metabólico (HbA1c <7%)¹³. En el estudio español DIABES, se observó que sólo el 40,4% de los pacientes con DM-2 logra alcanzar el objetivo de HbA1c <7%, y el grado de control se deteriora a medida que aumenta la complejidad del tratamiento y el tiempo de evolución de la diabetes. Los pacientes que no consiguen controlar los niveles de HbA1c presentan un aumento del riesgo de sufrir complicaciones cardiovasculares¹⁴.

Los nuevos fármacos agonistas del receptor de GLP-1 se han convertido en los últimos años en una de las más atractivas opciones terapéuticas de la DM-2 y de la obesidad, debido a que pueden favorecer la pérdida de peso. En los estudios clínicos *Diabetes therapy Utilization: Researching changes in A1c, weight and other factors Through Intervention with exenatide Once weekly* (DURATION) desarrollados para evaluar la eficacia y seguridad de exenatide semanal a corto plazo (24-30 semanas), se redujeron los valores de HbA1c entre 1,3 y 1,9%^{15,16}. En concordancia con la literatura científica, en nuestro estudio hemos obtenido una reducción media de HbA1c del 1,3%, lo cual es de destacar dado el largo tiempo de evolución de la diabetes en nuestros pacientes. En el *United Kingdom Prospective Diabetes Study* (UKPDS), se ha demostrado que el mayor tiempo de evolución de la enfermedad afecta negativamente al control metabólico¹⁷.

El aumento de peso en los pacientes con DM-2 se ha asociado a un incremento del riesgo cardiovascular¹⁸. Por cada kg/m² que aumenta el índice de masa corporal (IMC), aumenta el riesgo de sufrir enfermedad coronaria un 13%; y por cada centímetro que aumenta la circunferencia abdominal, el riesgo de enfermedad cardiovascular aumenta un 2%¹⁹. Pérdidas modestas de peso (5-10%) contribuyen significativamente a alcanzar el control glucémico y disminuir el riesgo cardiovascular²⁰. La percepción de la calidad de vida del paciente se ve directamente relacionada e influenciada por el peso corporal, afectando a sus funciones físicas, vida sexual e incluso trabajo²¹. En nuestro estudio, se ha obtenido una reducción media de 2,8 kg de peso, mientras que en el programa DURATION, los cambios en el peso corporal en pacientes tratados con exenatide LAR variaban con un promedio de reducciones entre 2,3 y 3,7 kg con respecto al peso inicial. Es posible que si se hubiese realizado una dieta personalizada la pérdida de peso hubiera resultado más significativa, aunque ello hubiera ocasionado un aumento del tiempo de atención por parte de enfermería con el consiguiente mayor gasto sanitario.

En el síndrome metabólico es importante el control estricto de otros factores de riesgo cardiovascular, además de la diabetes, como la obesidad, la HTA y la DL, lo cual puede disminuir en un 50% el riesgo de complicaciones; de ahí la importancia de disponer de herramientas terapéuticas que permitan no sólo el control de la diabetes, sino también mejorar los factores de riesgo cardiovascular asociados²². En el estudio Di@bet.es se observó que el 83.3% de los pacientes obesos con DM-2 presentaban HTA y a pesar de recibir tratamiento antihipertensivo, no se lograba un buen control de la tensión arterial, especialmente de la TAS²³. En los ensayos DURATION se produjo una disminución significativa de la TAS respecto al nivel basal en pacientes tratados con exenatide LAR. En el DURATION-1 se redujo la TAS -4,7 mmHg y la TAD -1,7 mmHg²⁴. En nuestro estudio, no hemos obtenido una reducción estadísticamente significativa de la TA. No obstante, hay que tener en cuenta que la valoración de TA puede estar influenciada por las limitaciones del estudio (sesgo de medición, fenómeno de la bata blanca o interferencia con la medicación antihipertensiva).

En la obesidad abdominal, se produce una elevación de los triglicéridos y de lipoproteínas ricas en triglicéridos (quilomicrones, remanentes VLDL y partículas LDL pequeñas y densas), todas ellas portadoras de moléculas APO B 100, y un descenso del colesterol-HDL. La prevalencia de dislipemia en pacientes con DM-2 de reciente diagnóstico es del 90%²⁵, alrededor del 50% de los pacientes no reciben tratamiento y de los que lo reciben, sólo la mitad alcanzan el objetivo de triglicéridos y colesterol-LDL. Existe una relación causal entre dislipemia y riesgo cardiovascular²⁶. En nuestro estudio hemos obtenido un efecto beneficioso sobre el colesterol total, colesterol-LDL y triglicéridos, comparable a los resultados que se obtuvieron en el programa clínico DURATION; sin embargo, a diferencia de este estudio nosotros no hemos visto diferencias estadísticamente significativas en el colesterol-HDL.

El efecto secundario más frecuente del tratamiento son molestias gastrointestinales, con menor incidencia con exenatide LAR en comparación con otros análogos GLP-1²⁷. El 53,3% de los pacientes han presentado náuseas, en relación con el inicio del tratamiento que van disminuyendo de intensidad a lo largo del tiempo. La presencia de pequeños nódulos subcutáneos en el lugar de inyección se observó en el 26,6% de los casos, aunque fueron asintomáticos, observándose al igual que en otros estudios la resolución espontánea a las 4 y las 8 semanas de iniciar el tratamiento.

La adherencia al tratamiento se ha situado como un problema de salud pública y, como subraya la Organización Mundial de la Salud (OMS), eliminar las barreras a la adherencia terapéutica debe ser prioritario para mejorar la salud de la población, precisando un enfoque multidisciplinar²⁸. El incumplimiento terapéutico tiende a elevarse cuando se utiliza más de una dosis del fármaco al día o conforme han transcurrido más años de evolución de la DM-2²⁹. Exenatide LAR es el

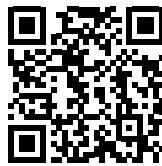
primer análogo GLP-1 de administración semanal, lo cual facilita el cumplimiento terapéutico.

Conclusiones

El tratamiento con exenatide LAR, un análogo GLP-1 de administración semanal, en pacientes con DM-2 y obesidad, ha permitido una reducción significativa del peso corporal y del IMC, asociándose a una mejoría notable del control glucémico y del perfil lipídico, a pesar del largo tiempo de evolución de la diabetes. La adherencia terapéutica resultó excelente con escasos efectos secundarios.

Referencias

1. Reaven GM. Banting lecture 1988. Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes*. 1988;37:1595-607.
2. Koskinen P, Manttari M, Manninen V, Huttunen JK, Heinoonen OP, Frik MH. Coronary heart disease incidence in NIDDM patients in the Helsinki Heart Study. *Diabetes Care*. 1992; 15:820-825.
3. Soriguer F, Goday A, Bosch-Comas A, Bordiú E, Calle-Pascual A, Carmena R, et al. Prevalence of diabetes mellitus and impairs glucose regulation in Spain: the Diabetes Study. *Diabetología*. 2011;55:88-93.
4. AACE Comprehensive Diabetes Management. *Endocr Pract*. 2013;19:327-336.
5. Astrup A, Finer N. Redefining type 2 diabetes: 'diabesity' or 'obesity dependent diabetes mellitus'?. *Obesity rev*. 2000;1:57-9.
6. Meier JJ. GLP-1 receptor agonists for individualized treatment of type 2 diabetes mellitus. *Nat Rev Endocrinol*. 2012;8:728-42.
7. Van Can J, Sloth B, Jensen CB, Flint A, Blaak EE, Saris WH. Effects of the once-daily GLP-1 analog liraglutide on gastric emptying, glycemic parameters, appetite and energy metabolism in obese, non-diabetic adults. *Int J Obes (Lond)*. 2014;38(6):784-93.
8. Scheen AJ. [Bydureon: first once weekly GLP-1 receptor agonist (exenatide LAR)]. *Rev Med Liege*. 2014;69(4):214-9.
9. ADA Clinical Practice recommendations: Standards of medical care in diabetes. *Diabetes Care*. 2014;1:S14-S96.
10. Ray KK, Seshasai SR, Wijesuriya S, Sivakumaran R, Nethercott S, Preiss D, et al. Effect of intensive control of glucose on cardiovascular outcomes and death in patients with diabetes mellitus: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Lancet*. 2009;373(9677):1765-72.
11. Selvin E, Marinopoulos S, Berkenblit G, Rami T, Brancati FL, Powe NR, Golden SH. Meta-Analysis: Glycosylated Hemoglobin and Cardiovascular Disease in Diabetes Mellitus. *Ann Intern Med*. 2004;141:421-31.
12. Gaede P, Lund-Andersen H, Parving HH, Pedersen O. Effect of a multifactorial intervention on mortality in type 2 diabetes. *N Engl J Med*. 2008;358:580-91.
13. De Pablos-Velasco P, Bradley C, Eschwege E, Gönder-Frederick LA, Parhofer KG, Vandenberghe H, et al. The PANORAMA pan-European survey: glycaemic control and treatment patterns in patients with type 2 diabetes. *Diabetologia*. 2010;53(suppl 1):S405.
14. Pérez A, Franch J, Cases A, González-Juanatey JR, Conthe P, Gimeno Eva, et al. Relación del grado de control glucémico con las características de la diabetes y el tratamiento de la hiperglucemia en la diabetes tipo 2. Estudio DIABES. *Med Clin (Barc)*. 2012;138:505-11
15. Drucker DJ, Buse JB, Taylor K, Kendall DM, Trautmann M, Zhuang D, Porter L; DURATION-1 Study Group. Exenatide once weekly versus twice daily for the treatment of type 2 diabetes: a randomised, open-label, non-inferiority study. *Lancet*. 2008;372:1240-50.
16. Buse JB, Nauck M, Forst T, Sheu WH, Shenouda SK, Heilmann CR, Hoogwerf BJ, Gao A, Boardman MK, Fineman M, Porter L, Schernthaner G. Exenatide once weekly versus liraglutide once daily in patients with type 2 diabetes (DURATION-6): a randomised, open-label study. *Lancet*. 2013;381:117-24.
17. Bretzel RG, Voigt K, Schatz H. The United Kingdom Prospective Diabetes Study (UKPDS) implications for the pharmacotherapy of type 2 diabetes mellitus. *Exp Clin Endocrinol Diabetologia*. 1998;106(5):369-72.
18. Eeg-Olofsson K, Cederholm J, Nilsson PM, Zethelius B, Nunez L, Gudbjörnsdóttir S, et al. Risk of cardiovascular disease and mortality in overweight and obese patients with type 2 diabetes: an observational study in 13,087 patients. *Diabetologia*. 2009;52:65-73.
19. de Koning L, Merchant AT, Pogue J, Anand SS. Waist circumference and waist-to-hip ratio as predictors of cardiovascular events: meta-regression analysis of prospective studies. *Eur Heart J*. 2007;28:850-56.
20. Wolf A, Conaway MR, Crowther JQ, Hazen KY, Nadler JL, Oneida B, et al. Translating Lifestyle Intervention to Practice in Obese Patients With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*. 2004;27:1570.
21. Caixàs A, Lecube A, Morales MJ, Calañes A, Moreira J, Cordido F, Díaz MJ, Masmiquel L, Moreno B, Vidal J, Goday A, Arrizabalaga JJ, García-Luna PP, Iglesias P, Burguera B, Rubio MA, Monereo S; Group for the Study of Obesity of the Spanish Endocrinology and Nutrition Society (SEEN), Crosby RD, Kolotkin RL. Weight-related quality of life in Spanish obese subjects suitable for bariatric surgery is lower than in their North American counterparts: a case-control study. *Obes Surg*. 2013;23:509-514.
22. Oliveira-Fuster G, Olvera-Márquez P, Carral-Sanlaureano F, González-Romero S, Aguilar-Diosdado M, Soriguer-Escofet F. Excess hospitalizations, hospital days and inpatient costs among people with diabetes in Andalusia (Spain). *Diabetes Care*. 2004;27:1904-9.
23. Cañizo FJ, Moreira MN. Grado de control de la presión arterial en un grupo de pacientes con diabetes mellitus tipo 2. *Endocrinol Nutr*. 2005;52(9):493-7.
24. Drucker DJ, Buse JB, Taylor K, Kendall DM, Trautmann M, Zhuang D, Porter L; DURATION-1 Study Group. Exenatide once weekly versus twice daily for the treatment of type 2 diabetes: a randomised, open-label, non-inferiority study. *Lancet*. 2008 Oct 4;372(9645):1240-50.
25. Piniés JA, Gonzalez-Carril F, Arteagoitia JM, Irigoien I, Altzibar JM, Rodriguez-Murua JL, et al; The Sentinel Practice Network of the Basque Country. Development of a prediction model for fatal and non-fatal coronary heart disease and cardiovascular disease in patients with newly-diagnosed type 2 diabetes mellitus: The Basque Country Prospective Complications and Mortality Study risk engine (BASCORE). *Diabetologia*. 2014;57(11):2324-33.
26. Rydén L, Grant PJ, Anker SD, Berne C, Cosentino F, Danchin N, et al. ESC guidelines on diabetes, prediabetes, and cardiovascular diseases developed in collaboration with the EASD. *Eu Heart J*. 2013; 34:3035-87.
27. Ficha Técnica de Bydureon. Disponible en: http://www.ema.europa.eu/ema/index.jsp?curl=pages/medicines/human/medicines/002020/human_med_001457.jsp&mid=WC-0b01ac058001d124.
28. Pollack MF, Purayidathil FW, Bolge SC, Williams SA. Patient-reported tolerability issues with oral antidiabetic agents: Associations with adherence; treatment satisfaction and health-related quality of life. *Diabetes Res Clin Pract*. 2010;87(2):204-10.
29. López-Simarro F, Brotons C, Moral I, Cols-Sagarra C, Selva A, Aguado-Jodar A, et al. Inercia y cumplimiento terapéutico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en atención primaria. *Med Clin (Barc)*. 2012;138:377-84.



Original/Síndrome metabólico

Addition of dietary fiber sources to shakes reduces postprandial glycemia and alters food intake

¹Flávia Galvão Cândido, ¹Winder Tadeu Silva Ton and ¹Rita de Cássia Gonçalves Alfenas

¹Departamento de Nutrição e Saúde. Universidade Federal de Viçosa. Brasil.

Abstract

Introduction: Obesity and Type 2 diabetes may be controlled by foods capable of modulating food intake and blood glucose.

Objectives: We investigated whether the addition of food sources of fiber or phaseolamin to shakes can control food intake and reduce postprandial glycemia.

Methods: This was a randomized, single blind, crossover design study (food intake: n=22; glycemia: n=10). Five liquid meals presenting similar amounts of macronutrients (C - control shake, OB - oat bran shake, F - flaxseed shake, WB - white bean extract shake, and UB - unripe banana flour shake) were consumed in five non-consecutive days. Participants kept dietary records during the subsequent 24 hours. Blood glucose was measured at 0 (immediately before), 15, 30, 45, 60, 90 and 120 minutes after the ingestion of each shake and the incremental areas under the curves (iAUC) were calculated.

Results: Compared to C, there was a significant increase in fiber intake after the consumption of OB (+17.9g), F (+19.1g), and UB (+12.6g), and in fat after the consumption of OB (+25.4g). There was a non-significant reduction of daily energy intake in F compared to C (1524kJ; P=0.10). There was a 43% reduction in the iAUC (P=0.03) in response to UB consumption.

Conclusions: Unripe banana flour reduced postprandial glycemic response of shakes almost by half. The effect of oat bran and flaxseed on food intake needs further investigation in long-term studies.

(Nutr Hosp. 2015;31:299-306)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7578

Key words: Blood Glucose. Dietary Fiber. Energy Intake. α -Amylase.

LA ADICIÓN DE FUENTES DE FIBRA DIETÉTICA A BATIDOS REDUCE LA GLUCEMIA POSPRANDIAL Y ALTERA LA INGESTA DE ALIMENTOS

Resumen

Introducción: Obesidad y diabetes de tipo 2 pueden ser controlados por alimentos capaces de modular la ingesta de alimentos y la glucemia.

Objetivos: Se investigó si la adición de alimentos fuentes de fibra o faseolamina a batidos puede controlar la ingesta de alimentos y reducir la glucemia posprandial.

Métodos: Estudio aleatorizado, simple ciego, de diseño cruzado (ingesta de alimentos: n=22; glucemia: n=10). Cinco batidos con cantidades similares de macronutrientes (C - control batido, SA - salvado de avena batido, L - linaza batido, FB - extracto de frijol blanco batido y PI - harina de plátano no maduro batido) fueron consumidos en cinco días no consecutivos. Las participantes registraron la ingesta de alimentos en las 24 horas subsiguientes. La glucosa en sangre se midió a 0 (inmediatamente antes), 15, 30, 45, 60, 90 y 120 minutos después de la ingestión de cada batido y se calcularon las áreas incrementales bajo las curvas (AIBC).

Resultados: En comparación a C, hubo un aumento significativo en la ingesta de fibra después de que el consumo de SA(+17,9g), SL(+19,1g), y PI(+12,6g), y en la grasa después del consumo de SA(+25,4g). Se encontró una reducción no significativa de la ingesta diaria de energía en L (1524kJ, P=0,10) en comparación con C. Hubo una reducción del 43% en el AIBC (P=0,03) en respuesta al consumo PI.

Conclusiones: Harina de plátano no maduro reduce la respuesta glucémica posprandial de batidos casi a la mitad. El efecto de salvado de avena y linaza en la ingesta de alimentos requiere mayor investigación en estudios a largo plazo.

(Nutr Hosp. 2015;31:299-306)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7578

Palabras clave: Glucemia. Fibra Dietética. Ingestión de Energía. α -Amilase.

Correspondence: Departamento de Nutrição e Saúde - CCB II
Avenida PH Rolfs, Viçosa, MG, 36570-000, Brazil
E-mail: flaviagcandido@hotmail.com

Recibido: 5-V-2014.

1ª Revisión: 5-IX-2014.

2ª Revisión: 7-IX-2014.

Aceptado: 13-IX-2014.

Abbreviations

BMI: Body mass index.
CCK: Cholecystokinin.
C: Control shake.
F: Flaxseed shake.
GLP-1: Glucagon-like peptide-1.
IAUC: Incremental areas under the curves.
OB: Oat bran shake.
UB: Unripe banana flour shake.
WB: White bean extract shake.
WHO: World Health Organization.

Introduction

Obesity and type 2 diabetes are closely related diseases. About 80% of the individuals with type 2 diabetes are overweight or obese¹. According to the World Health Organization (WHO), obesity prevalence among adults has more than doubled between 1980 and 2008². Diabetes worldwide estimated prevalence should increase from 285 million in 2010 (6.4%) to 439 million in 2030 (7.7%)³. Since excessive body weight has such an important role in the onset of diabetes, there is an urgent need to develop and implement nutrition strategies to prevent, ameliorate and manage these problems⁴. One important strategy is the inclusion of certain kinds of foods capable of reducing postprandial glycemia and controlling food intake. Adding high dietary fiber foods such as oat bran, flaxseeds, and unripe banana flour, or adding a food source of a natural blocker of α -amylase such as white bean extract to high carbohydrate meals may be useful in that matter.

Resistant starch is also a type of dietary fiber. Its effect on food intake and glycemic response needs further investigation⁵. One of the most important sources of natural resistant starch is unripe banana. The content of resistant starch of unripe banana is affected by processing and storage conditions⁵. Due to that, Brazilian's researchers developed the unripe banana flour, a more stable product that maintains the content of resistant starch of unripe banana⁶. To our knowledge there has not been published any human study, which assessed the effect of the ingestion of unripe banana flour added to liquid meals on postprandial glycemia and food intake.

White bean extract appears to be a novel and potentially effective food for reducing the postprandial glycemic response of a meal⁷. That extract contains high levels of phaseolamin, an α -amylase inhibitor, which has been called 'starch-blocker'. Soluble fibers may enhance viscosity of meals, reduce the rate of starch digestion, alter the rate of glucose absorption, and reduce food intake by increasing satiety^{8,9}. Besides its nutritional benefits, soluble fibers are commonly used in the food industry to modify viscous properties of liquid and semi-liquid food products and meals⁸. Oat

bran and flaxseeds are important sources of soluble fibers. However, the acute impact of its consumption on postprandial glycemia and food intake remains poorly explored and the results of few studies published so far are inconsistent¹⁰⁻¹². Because of that, it might be able to reduce the glycemic response when added to high-carbohydrate meals¹³. The influence of insulin on food intake regulation has been known for a long time and the reduction of insulin secretion by blocking carbohydrate digestion may reduce food ingestion¹⁴.

Objectives

The present study assessed the impact of the addition of three dietary fiber sources (oat bran, flaxseed, and unripe banana flour) and one of phaseolamin (white bean extract) to shakes compared to a control shake on food intake and postprandial glycemia in healthy subjects.

Methods

Subjects

Twenty-two healthy, normal weight (BMI between 18.5 and 25 kg/m²)¹⁵, normoglycemic (fasting glucose between 3.9 and 5.5 mmol/L)¹⁶, adult (aged 18 to 30 years) subjects participated in this study. The participants were recruited through posters, local radio and newspapers advertisements. All of them were submitted to food intake protocol. Postprandial glycemia was assessed in 10 of these participants. Samples sizes were calculated considering the incremental area under the glycemic response curve (iAUC) and energy intake as the main variables¹⁷. A statistical power of 90% and an expected difference of 10% in the baseline values were adopted. The following exclusion criteria were considered: smokers, consumption of more than two doses of alcohol (<20mL) per day, pregnant or lactating, type 1 or 2 diabetics or glucose intolerants, family history of type 1 or 2 diabetes, recent changes (less than three months) in diet or physical activities habits, and use of drugs that affect metabolism.

All participants provided written informed consent. The study was approved by the Ethics Committee on Human Research of the Federal University of Viçosa, Brazil, and was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki.

Test meals

Five types of liquid meals were tested: control shake (C), oat bran shake (OB), flaxseed shake (F), white bean extract shake (WB) and unripe banana flour shake (UB). The shakes were design to provide 75g of available carbohydrate and equal amounts of ener-

gy, protein and fat, based on nutrition facts labels (Table 1). They presented similar volume, appearance, and texture. Soybean oil was added in order to reach

the fat content of F, a shake made with flaxseeds, which have a high-fat content. Chocolate (cocoa) powder was added to all shakes in order to make the taste

Table I
Ingredients and nutritional composition of the shakes

<i>Shakes^a</i>	<i>Ingredients</i>			<i>Nutritional Composition</i>			
	<i>Types</i>	<i>Added amounts</i>	<i>Energy (kJ)</i>	<i>Protein (g)</i>	<i>Fat (g)</i>	<i>Available carbohydrate (g)</i>	<i>Fiber (g)</i>
<i>Control</i>	Powdered skim milk	23.7 g	2043.9	10.0	16.5	75.0	2.2
	Cocoa powder	15.0 g					
	Maltodextrin	58.5 g					
	Soybean oil	15.4 g					
	Sweetener	20 drops					
<i>Oat bran</i>	Oat bran	50.0 g	2043.9	10.0	16.5	75.0	12.2
	Powdered skim milk	3.71 g					
	Cocoa powder	15.0g					
	Maltodextrin	41.8 g					
	Soybean oil	12.4 g					
	Sweetener	20 drops					
<i>Flaxseed^b</i>	Flaxseed	36.6 g	2043.9	10.0	16.5	75.0	12.2
	Powdered skim milk	4.9 g					
	Cocoa powder	15.0 g					
	Maltodextrin	68.3 g					
	Soybean oil	0.0 g					
	Sweetener	20 drops					
<i>White bean extract</i>	White beans powder	1.0 g	2043.9	10.0	16.5	75.0	2.2
	Powdered skim milk	22.3 g					
	Cocoa powder	15.0 g					
	Maltodextrin	57.6 g					
	Soybean oil	15.4 g					
	Sweetener	20 drops					
<i>Unripe banana flour</i>	Unripe banana powder	45.5 g	2043.9	10.0	16.5	75.0	7.2
	Powdered skim milk	17.5 g					
	Cocoa powder	15.0 g					
	Maltodextrin	31.9 g					
	Soybean oil	13.8 g					
	Sweetener	20 drops					

^aWater was added to test meals in sufficient quantities to result in a final volume of 300mL. ^bThe fat content is derived from the oil present in flaxseed.

similar and provided 2.2g of fiber per shake (portion consumed). Control was a virtually fiber free shake. Oat bran and flaxseeds were added to the test meals in sufficient quantities to provide 10g of fibers¹⁸. Unripe banana flour was added as much as tolerated by the subjects (45.5g, providing 5g of fibers). White bean extract was used in the amount indicated in the pack label (1000mg). The ingredients were obtained from the local market. The test meals were well tolerated.

Experimental protocol

This is a single blind, five non-consecutive days, crossover, Latin square design study. Throughout the screening visits, participants completed health, demographic, and physical activity questionnaires¹⁹, had their height, body weight and body composition measured, and were asked about their habitual dietary habits²⁰.

In each one of the five experimental sessions, participants reported to the laboratory after a 10–12-hour overnight fast and consumed randomly one of the test meals, within 10 min. The ingredients of each test meal were blended for 5 min and immediately offered to the participants. The test meals were prepared by the research team in the Food Intake Laboratory at Federal University of Viçosa, Brazil. There was a washout period of at least one day between sessions. Participants stayed in the laboratory for the following 120 min for postprandial glycemia assessments. No other food or beverage was allowed during that time. Food intake was assessed after they left the laboratory over the next 24-hours after the test meals consumption. All participants were instructed to maintain their habitual physical activity level during the experiment. Physical activity was assessed during the

screening visit and at the end of the tests to verify the protocol compliance¹⁹.

Dietary assessment

Habitual dietary habits were assessed using a semi-quantitative food frequency questionnaire (Table II)²⁰. During the test days, food intake was assessed through 24-hours food records. Instructions for filling out these food records were individually given in the first five test days. Each dietary record was reviewed with the participant to ensure accuracy and completeness. Data were analyzed by a single individual using the Avanutri® software package (version 3.1.5, 2009, Avanutri & Nutrição Serviços e Informática Ltda Me, Rio de Janeiro, RJ, Brazil).

Postprandial glycemia

Capillary finger-stick blood samples were taken in the fasting state (0 min) and at 15, 30, 45, 60, 90 and 120 min after the start of the test meal. Glucose levels were measured using a glucometer. The correlation coefficient (*r*) between the glucometer (One Touch Ultra II®, LifeScan Inc., Milpitas, CA, United States) and the standard laboratory instrument (glucose autoanalyzer YSI Model 2300 STAT, Yellow Springs, OH, United States) was 0,984, and the variations coefficient (CV) was less than 2.1% for blood samples with glucose levels higher than 3.9mmol/L. The incremental area under the glycemic response curve (iAUC) was calculated by the trapezoidal method²¹, using the software SlideWrite® (version 7.0, 2010, Advanced Graphics Software, San Diego County, CA, United States).

Table II
Baseline characteristics of the study subjects (mean ± SEM)

	Study Protocol	
	Food Intake (n=22)	Postprandial Glycemia (n=10)
Male/female	15/7	5/5
Age (years)	22.12 ± 0.31	22.90 ± 0.53
BMI (kg/m ²)	22.00 ± 0.46	22.10 ± 0.63
Body fat (%) ^a	20.42 ± 0.83	20.28 ± 1.50
Glycemia (mmol/L) ^b	-	5.13 ± 0.07
Energy intake (kJ/d)	8516.00 ± 420.38	8523.68 ± 482.65
Carbohydrate intake (g/d)	282.33 ± 17.35	277.57 ± 19.44
Protein intake (g/d)	74.27 ± 4.77	80.03 ± 8.42
Fat intake (g/d)	67.66 ± 3.58	67.42 ± 4.41
Fiber intake (g/d)	15.82 ± 1.21	17.39 ± 1.58

^aMeasured by skinfold. ^bFasting glycemia, mean of five test days.

Statistical analysis

Statistical analyses were carried out with SPSS for Windows (version 17.0, 2008, SPSS Inc.). Data normality and homoscedasticity were assessed by Kolmogorov-Smirnov and Levene tests, respectively, and expressed as mean and standard error of mean (SEM). One-Way ANOVA was used to assess significant differences between dietary treatments. When significant between-group were present, post hoc comparisons were made using Dunnett's test. Two-Way Repeated Measures ANOVA was conducted to

verify the interaction of time and treatment factors. The criterion for statistical significance was $P < 0.05$ (α level of 5%).

Results

Twenty-two subjects randomly received all the five test meals and there was no change in the level of physical activity during the experiment. Subject characteristics in the two protocols arms at baseline were not significantly different (Table 2).

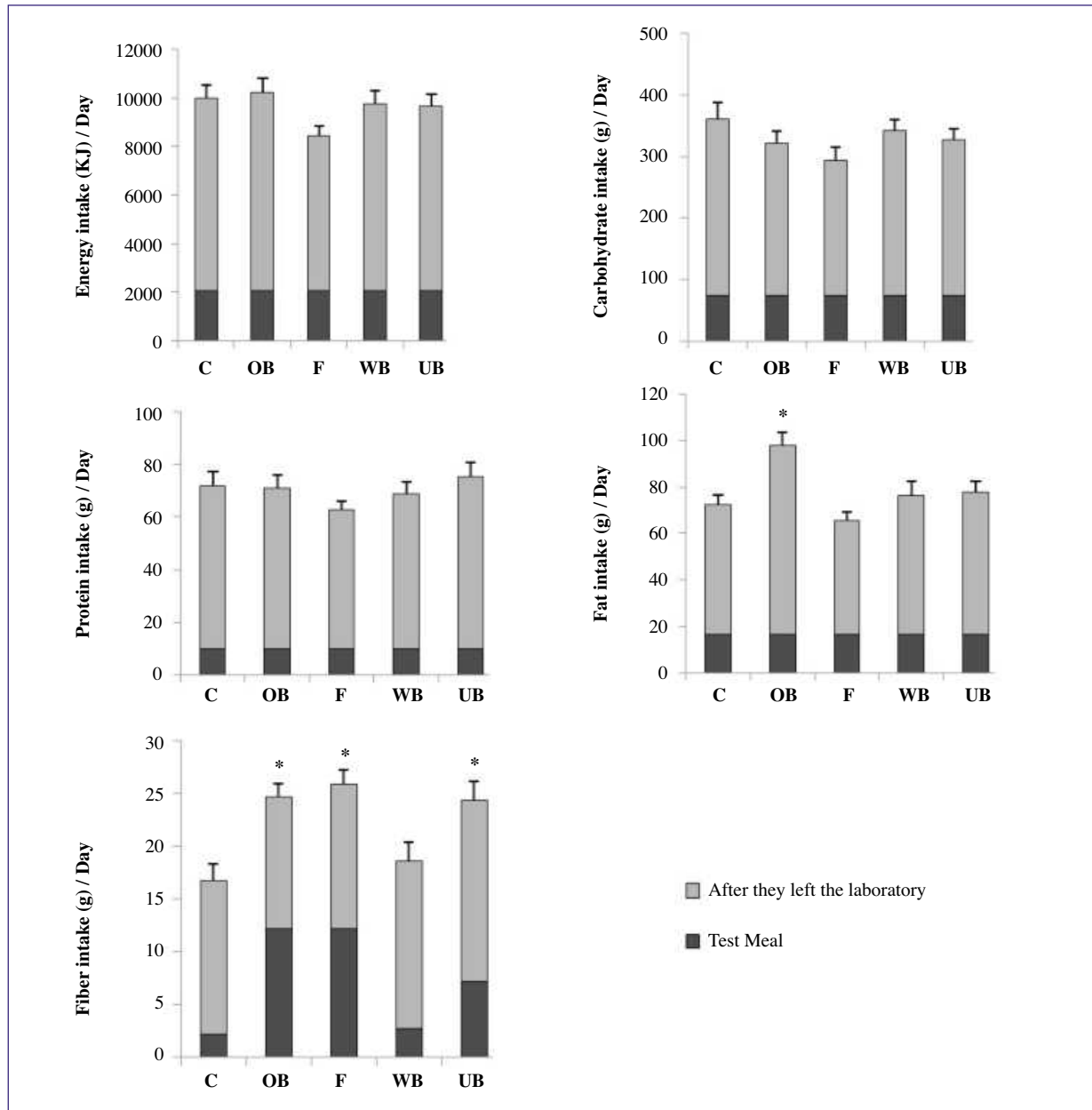


Fig. 1.—Mean + SEM of energy, carbohydrate, protein, fat, and fiber intake in the days in which liquid meals were consumed (C – control shake; OB – oat bran shake; F – flaxseeds shake; WB – white bean extract shake; UB – unripe banana flour shake). *Mean values are significantly different from the control (one-way ANOVA followed by Dunnett's test, $P < 0.05$).

Fiber intake was significantly ($P<0.01$) greater in response to OB (+17.9g), F (+19.1g), and UB (+12.6g) consumption than C. Also, OB consumption increased the fat intake compared to C (+25.4g; $P=0.01$). Although daily energy intake in F was 1524kJ lower than in C, this reduction was not significant ($P=0.10$) (Fig. 1).

The glycemic response was not affected by the test meals at any time point. However, the mean iAUC obtained for UB was 43% lower ($P=0.03$) compared to the one obtained for C (Fig. 2).

Discussion

The addition of oat bran, flaxseed and unripe banana flour to shakes increased dietary fiber intake by the subjects. The American Dietetic Association – ADA targets a daily dietary fiber consumption of 14g per 4184kJ²². Considering the subject's mean daily energy intake of this study (11650kJ, estimated fiber intake demand of 39g/d) on the day that the C was consumed, the increase in fiber intake in OB (final amount of 36.9g), F (38.1g), and UB (31.6g) was almost enough

to meet ADA's daily targets for fiber intake. It must be considered however that these flours were added into only one daily meal. Its addition to other meals during the day may be a strategy to raise dietary fiber intake and reach the targets.

There was a non-significant reduction of 1524kJ in mean energy intake after the consumption of F, compared to C. However, if this reduction is maintained in a long-term basis it could result in clinical benefits²³. The reduction of 2000 kJ per day in total energy intake results in a weekly weight loss of 0.5 kg²⁴. Therefore, it would be expected a weight loss of about 0.380 kg per week or approximately 1.500 kg per month in response to the consumption of F compared to C. The consumption of flaxseeds could increase satiety and reduce energy intake on the next meal and this effect is related to its fiber and long-chain n-3 polyunsaturated fatty acid content^{25,26}. However, the consumption of defatted flaxseeds, and not whole flaxseed, increased serum leptin levels with potential benefit in reducing food intake²⁷. These results suggest that the presence of fiber in flaxseeds has more influence than its fat content on food intake.

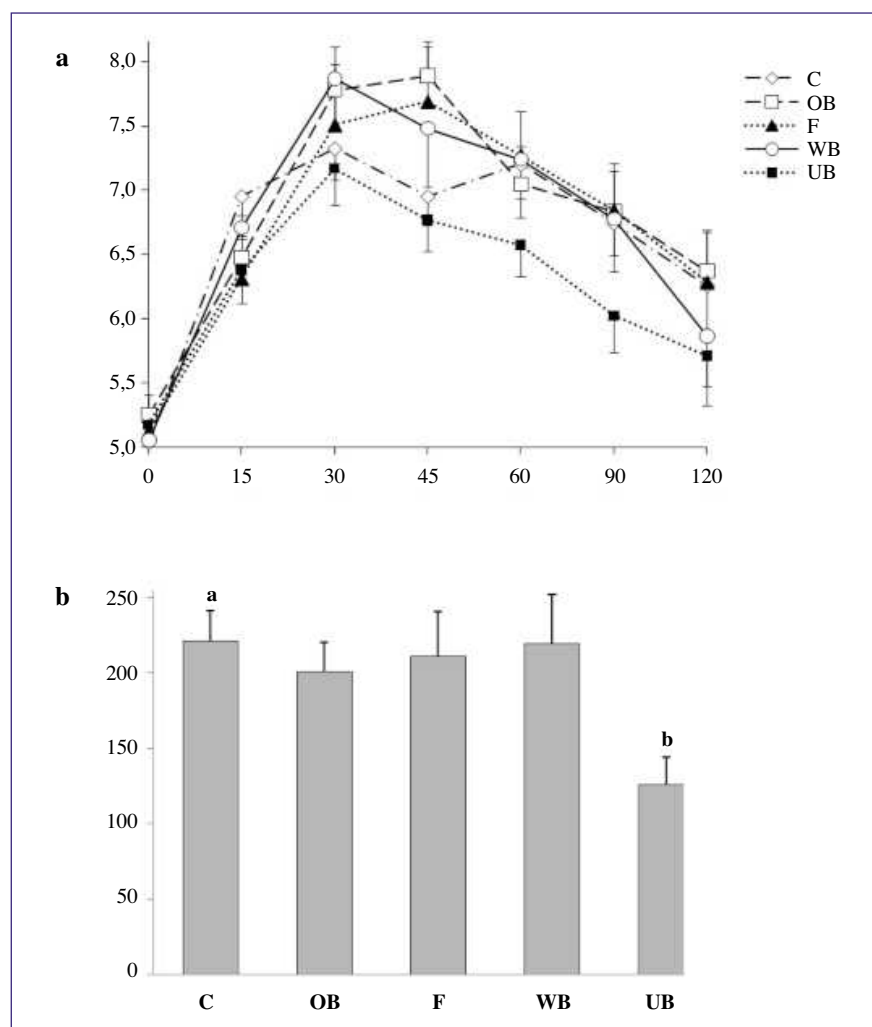


Fig. 2.—Mean + SEM postprandial glucose response (0–120 min) (a), and postprandial incremental area under the curve (iAUC) (0–120 min) (b), obtained after the consumption of liquid meals (C – control shake; OB – oat bran shake; F – flaxseed shake; WB – white bean extract shake; UB – unripe banana flour shake). (a) The glycemic response was not affected by the test meals at any time point. (b) Different letters indicate statistical difference (one-way ANOVA followed by Dunnett's test, $P=0.03$).

Despite the same energy and macronutrients contents of all shakes tested, there was an unexpected higher dietary fat intake after OB consumption, compared to C. To our knowledge, this effect has not been observed in any other study. Evidence shows that higher viscosity meals hinders the hydrolysis of fat to non-esterified fatty acids, reducing the secretion of gut hormones such as cholecystokinin (CCK), glucagon-like-peptide-1 (GLP-1), YY peptide, which can lead to increased dietary intake⁸. Further investigation is needed to better understand the effect of oat bran on food intake.

Unripe banana flour is a good source of carbohydrate²⁸. It contains about 74.0% of starch, 56.3% as available carbohydrate and 17.5% as resistant starch²⁹. Moreover, most of the available carbohydrate is represented by slowly digestible starch. Therefore, this flour can be added to different kinds of preparations as a carbohydrate source that can lead to a lower postprandial glycemic impact³⁰⁻³².

It has been shown that the inclusion of unripe banana flour in spaghetti³⁰, noodles³¹, and cookies^{32,33}, decreased the rate of in vitro starch hydrolysis and the glycemic index prediction³⁰⁻³³. The capability of this flour to reduce glycemic response was also observed in humans³³. Two types of flours (one from unripe banana mass and another from unripe banana starch) were tested in healthy volunteers. There was a reduction of 40.5% and 89.5% in the iAUC, for unripe banana mass and unripe banana starch flours, respectively³³.

Resistant starch has been considered a dietary fiber due to its resistance of gastrointestinal digestion⁵. Its content in unripe banana flour depends on the genotype, maturation degree, and processing method of bananas²⁸. Unfortunately, standardized methods for measuring resistant starch are not available²¹. Due to that, resistant starch could be erroneously considered as available carbohydrate³⁴, leading to lower glycemic responses than the expected. Therefore, considering the resistant starch content previously indicated²⁹, it is possible that the total available carbohydrate of the UB was underestimated in the present study. In other words, the available carbohydrate content of the UB may have been equivalent to 67.0g instead of 75.0g as initially planned, considering that 45.5g of carbohydrate from unripe banana flour had 17.5% (7.9g) of resistant starch²⁹. As small changes in the available carbohydrate content of a food are linearly related to its glycemic response³⁵, a reduction of about 11% in the glycemic response would be expected after the UB consumption if its carbohydrate content was indeed 67.0g instead of 75.0g. However, the iAUC obtained for UB was 43% lower than the one verified for the C meal. This result suggests that the impact of unripe banana flour on postprandial glycemia is not fully explained by resistant starch content. Further studies are necessary to better understand the mechanisms responsible for this effect.

Glycemic response was not affected by F, OB, and WB. The role of flaxseeds on postprandial glycemia remains inconsistent and the results of human intervention studies show the existence of a modest effect^{11, 36-38}. On the other hand, oat bran is capable to decrease post-prandial glycemia due to its β -glucan content, which can delay gastric emptying, reduce gut motility, and diminish glucose absorption³⁹. Nevertheless, gut transit time of liquid meals may not be enough to augment soluble-fibers viscosity of flaxseeds and oat bran responsible for the hypoglycemic effect.⁴⁰ White bean extract, prepared according to package instructions, was also unable to decrease post-prandial glycemia in this study. The hypoglycemic effect of the white bean extract was detected in some but not all studies^{13,7}. Since the phaseolamin content is affected by manufacturing process⁴¹, the phaseolamin content in the white bean extract used in this study could not be sufficient to decrease post-prandial glycemia.

Conclusions

The addition of oat bran, flaxseed and unripe banana flour to shakes increased daily dietary fiber intake compared to C consumption. UB led to a 43% post-prandial glycemic response reduction compared to C. There was an unexpected increase in the daily fat intake in response to the consumption of OB. Despite the reduction of 1524kJ in daily energy intake with F consumption, there were no significant differences among treatments. Long-term studies are needed to verify the viability and benefits related to consumption of these flours on obesity and diabetes control.

Conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

References

1. Sluik D, Boeing H, Montonen J, Pischon T, Kaaks R, Teucher B, et al. Associations between general and abdominal adiposity and mortality in individuals with diabetes mellitus. *Am J Epidemiol*. 2011;174(1):22-34.
2. World Health Organization. *World Health Statistics 2012*. <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44844/1/9789241564441eng.pdf>. Accessed 26 June 2013.
3. Shaw JE, Sicree RA, Zimmet PZ. Global estimates of the prevalence of diabetes for 2010 and 2030. *Diabetes Res Clin Pract*. 2010;87(1):4-14.
4. Salas-Salvado J, Martinez-Gonzalez MA, Bullo M, Ros E. The role of diet in the prevention of type 2 diabetes. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2011;2:32-48.
5. Nugent AP. Health properties of resistant starch. *BNF*. 2005;30:27-54.
6. Menezes EW, Tadini CC, Tribess TB, Zuleta A, Binaghi J, Pak N, et al. Chemical composition and nutritional value of unripe banana flour (*Musa acuminata*, var. Nanicao). *Plant Foods Hum Nutr*. 2011;66(3):231-7.

7. Udani J, Singh B, Barrett M, Preuss H. Lowering the glycemic index of white bread using a white bean extract. *Nut J*. 2009;8(1):52.
8. Juvonen KR, Purhonen AK, Salmenkallio-Marttila M, Lahteenmaki L, Laaksonen DE, Herzig KH, et al. Viscosity of oat bran-enriched beverages influences gastrointestinal hormonal responses in healthy humans. *J Nutr*. 2009;139(3):461-6.
9. Lyly M, Liukkonen K-H, Salmenkallio-Marttila M, Karhunen L, Poutanen K, Lähteenmäki L. Fibre in beverages can enhance perceived satiety. *Eur J Nutr*. 2009;48(4):251-8.
10. Tarpila A, Wennberg T, Tarpila S. Flaxseed as a functional food. *Curr Top Nutraceutical Res*. 2005;3(3):167-88.
11. Carraro JC, Dantas MIS, Espescht ACR, Martino HSD, Ribeiro SMR. Flaxseed and human health: reviewing benefits and adverse effects. *Food Rev Int*. 2011;28(2):203-30.
12. Peters HP, Boers HM, Haddeman E, Melnikov SM, Qvyjt F. No effect of added beta-glucan or of fructooligosaccharide on appetite or energy intake. *Am J Clin Nutr*. 2009;89(1):58-63.
13. Vinson JA, Kharrat HA, Shuta D. Investigation of an amylase inhibitor on human glucose absorption after starch consumption. *Open Nutraceuticals J*. 2009;2:88-91.
14. Woods SC, Seeley RJ, Porte D, Schwartz MW. Signals that regulate food intake and energy homeostasis. *Science*. 1998;280:1378-83.
15. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser*. 2000;1:253.
16. American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*. 2009;32(1):62-7.
17. Mera R, Thompson H, Prasad C. How to calculate sample size for an experiment: a case-based description. *Nutr Neurosci*. 1998;1:87-91.
18. Tapola N, Karvonen H, Niskanen L, Mikola M, Sarkkinen E. Glycemic responses of oat bran products in type 2 diabetic patients. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2005;15(4):255-61.
19. Hagstromer M, Oja P, Sjostrom M. The International Physical Activity Questionnaire (IPAQ): a study of concurrent and construct validity. *Public Health Nutr*. 2006;Sep;9(6):755-62.
20. Ribeiro AC, Sávio KEO, Rodrigues MdLCF, Costa THMd, Schmitz BdAS. Validação de um questionário de frequência de consumo alimentar para população adulta. *Rev Nut*. 2006;19:553-62.
21. Brouns F, Bjorck I, Frayn KN, Gibbs AL, Lang V, Slama G, et al. Glycaemic index methodology. *Nutr Res Rev*. 2005;18(1):145-71.
22. Slavin JL. Position of the American Dietetic Association: health implications of dietary fiber. *J Am Diet Assoc*. 2008;108(10):1716-31.
23. Barbato KBG, Martins RdCV, Rodrigues MdLG, Braga JU, Francischetti EA, Genelhu V. Efeitos da redução de peso superior a 5% nos perfis hemodinâmico, metabólico e neuroendócrino de obesos grau I. *Arq Bras Cardiol*. 2006;87:12-21.
24. Hall KD, Sacks G, Chandramohan D, Chow CC, Wang YC, Gortmaker SL, et al. Quantification of the effect of energy imbalance on bodyweight. *Lancet*. 2011;378:826-37.
25. Ibrugger S, Kristensen M, Mikkelsen MS, Astrup A. Flaxseed dietary fiber supplements for suppression of appetite and food intake. *Appetite*. 2012;58(2):490-5.
26. Kristensen M, Savorani F, Christensen S, Engelsen SB, Bugel S, Toubro S, et al. Flaxseed dietary fibers suppress postprandial lipemia and appetite sensation in young men. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2013;23(2):136-43.
27. Cohen L, Meira J, Cosendey GM, de Souza AFP, Mattos F, Carneiro JRI, et al. Evaluation of the influence of whole and defatted flaxseed on satiety, glucose, and leptin levels of women in the late postoperative stage of bariatric surgery. *Obe Surg*. 2013;Feb;23(2):157-66.
28. Tribess TB, Hernández-Urbe JP, Méndez-Montealvo MGC, Menezes EW, Bello-Perez LA, Tadini CC. Thermal properties and resistant starch content of green banana flour (*Musa cavendishii*) produced at different drying conditions. *LWT - Food Sci Technol Res*. 2009;42(5):1022-5.
29. Juárez-García E, Agama-Acevedo E, SÁyago-Ayerdi SG, Rodríguez-Ambríz SL, Bello-Pérez LA. Composition, digestibility and application in breadmaking of banana flour. *Plant Foods Hum Nutr*. 2006;61(3):131-7.
30. Ovando-Martínez M, Sáyago-Ayerdi S, Agama-Acevedo E, Goni I, Bello-Pérez LA. Unripe banana flour as an ingredient to increase the undigestible carbohydrates of pasta. *Food Chem*. 2009;113(1).
31. Saifullah R, Abbas FMA, Yeoh SY, Azhar ME. Utilization of green banana flour as a functional ingredient in yellow noodle. *Int Food Res J*. 2009;16:373-9.
32. Agama-Acevedo E, Islas-Hernández JJ, Pacheco-Vargas G, Osorio-Díaz P, Bello-Pérez LA. Starch digestibility and glycemic index of cookies partially substituted with unripe banana flour. *LWT - Food Sci Technol*. 2012;46:177-82.
33. Menezes EW, Dan MC, Cardenette GH, Goni I, Bello-Perez LA, Lajolo FM. In vitro colonic fermentation and glycemic response of different kinds of unripe banana flour. *Plant Foods Hum Nutr*. 2010;65(4):379-85.
34. Wolever TM, Vorster HH, Bjorck I, Brand-Miller J, Brighenti F, Mann JI, et al. Determination of the glycaemic index of foods: interlaboratory study. *Eur J Clin Nutr*. 2003;57(3):475-82.
35. Venn BJ, Wallace AJ, Monro JA, Perry T, Brown R, Frampton C, et al. The glycemic load estimated from the glycemic index does not differ greatly from that measured using a standard curve in healthy volunteers. *J Nutr*. 2006;136(5):1377-81.
36. Barre DE, Mizier-Barre KA, Griscti O, Hafez K. High dose flaxseed oil supplementation may affect fasting blood serum glucose management in human type 2 diabetics. *J Oleo Sci*. 2008;57(5):269-73.
37. Taylor CG, Noto AD, Stringer DM, Froese S, Malcolmson L. Dietary milled flaxseed and flaxseed oil improve N-3 fatty acid status and do not affect glycemic control in individuals with well-controlled type 2 diabetes. *J Am Coll Nutr*. 2010;29(1):72-80.
38. Cunnane SC, Ganguli S, Menard C, Liede AC, Hamadeh MJ, Chen ZY, et al. High alpha-linolenic acid flaxseed (*Linum usitatissimum*): some nutritional properties in humans. *Br J Nutr*. 1993;69(2):443-53.
39. Mälkki Y, Virtanen E. Gastrointestinal effects of oat bran and oat gum: a review. *LWT - Food Sci Technol*. 2001;34(6):337-47.
40. Poppitt SD, van Drunen JD, McGill AT, Mulvey TB, Leahy FE. Supplementation of a high-carbohydrate breakfast with barley beta-glucan improves postprandial glycaemic response for meals but not beverages. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2007;16(1):16-24.
41. Pereira LLS. Estudo comparativo entre faseolamina comercial e farinha de feijão como perspectiva ai tratamento da obesidade e do diabetes mellitus tipo 2. Dissertation, Universidade Federal de Lavras. 2008.



Original/Síndrome metabólico

Higher HDL levels are a preventive factor for metabolic syndrome in obese Turkish children

Samet Özer, Resul Yılmaz, Nafia Özlem Kazancı, Ergün Sönmezgöz, Erhan Karaaslan, Buket Altuntaş and Yunus Emre Kuyucu

Gaziosmanpaşa University, Turkey.

Abstract

Aim: The definition of childhood metabolic syndrome has not been described clearly. Childhood obesity is increasing gradually, and the incidence of childhood metabolic syndrome is also rising. We aimed to show metabolic syndrome components and preventive factors for metabolic syndrome in obese children

Methods: In the present study, 187 obese children and adolescents 5–18 years old were investigated retrospectively. Demographic data, anthropometric measurements, body mass index, blood pressure values, insulin levels, oral glucose tolerance test results, total cholesterol, high density lipoprotein, and triglyceride levels were obtained from hospital records. A body mass index > 95th percentile was considered obese. Insulin resistance was calculated according to the oral glucose tolerance test with 1.75 g/kg glucose maximum 75 g glucose. The insulin sensitivity index and homeostatic model assessment-insulin resistance (HOMA IR) were calculated and compared. Metabolic syndrome was diagnosed according to the modified WHO criteria adapted for metabolic syndrome in children.

Results: Abnormal glucose homeostasis was detected in 53% of subjects. Dyslipidaemia was present in 45.7% and hypertension in 16.6% of the patients. Metabolic syndrome was identified in 24.6% of obese children and adolescents. High HOMA-IR values and fasting glucose levels, elevated triglycerides and lower HDL levels were an indication of metabolic syndrome.

Conclusion: Obesity and insulin resistance are significant factors for the development of metabolic syndrome in children and adolescents. In obese children higher HDL levels are preventive factor for metabolic syndrome. Preventing obesity and insulin resistance may decrease the prevalence of metabolic syndrome.

(Nutr Hosp. 2015;31:307-312)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7691

Key words: *Childhood obesity. HDL levels. Insulin resistance. Metabolic syndrome.*

LOS NIVELES DE HDL MÁS ALTOS SON UN FACTOR PREVENTIVO PARA EL SÍNDROME METABÓLICO DE LOS NIÑOS TURCOS QUE SUFREN DE OBESIDAD

Resumen

Objetivo: El síndrome metabólico infantil no ha sido definido aún con claridad. La obesidad infantil se está incrementando progresivamente al igual que la incidencia del síndrome metabólico infantil. Nuestro objetivo ha sido mostrar los componentes del síndrome metabólico y sus factores preventivos en los niños obesos.

Metodología: Este estudio analizó de forma retrospectiva a 187 niños y adolescentes obesos de entre 5 y 18 años. Los datos demográficos, las medidas antropométricas, los índices de masa corporal, los valores de presión sanguínea, los niveles de insulina, los resultados de test de tolerancia a la glucosa oral, el total de colesterol, las lipoproteínas de gran densidad y los niveles de triglicéridos fueron obtenidos de registros hospitalarios. Una masa corporal con un índice superior a 95 percentiles fue considerada como obesidad. La resistencia a la insulina se calculó de acuerdo con el test de tolerancia a la glucosa oral con 1,75 g/kg de glucosa y un máximo de 75 gramos de glucosa. Se calculó y comparó el índice de sensibilidad a la insulina y la evaluación del modelo homeostático-resistencia a la insulina (HOMA IR). El síndrome metabólico fue diagnosticado de acuerdo con los nuevos criterios de la OMS adaptados a los síndromes metabólicos infantiles.

Resultados: Se observó una homeostasis de glucosa anormal en el 53% de los casos. La dislipidemia estaba presente en el 45,7% de los pacientes y la hipertensión en un 16,6%. El síndrome metabólico fue identificado en un 24,6% de los niños y adolescentes obesos. Altos valores de HOMA-IR y de glucosa, triglicéridos elevados y niveles bajos de HDL eran indicadores de síndrome metabólico.

Conclusión: La obesidad y la resistencia a la insulina son factores significativos para el desarrollo del síndrome metabólico en niños y adolescentes. En niños obesos altos niveles de HDL son un factor preventivo del síndrome metabólico. Prevenir la obesidad y la resistencia a la insulina puede reducir el predominio del síndrome metabólico.

(Nutr Hosp. 2015;31:307-312)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7691

Palabras clave: *Obesidad infantil. Niveles de HDL. Resistencia a la insulina. Síndrome metabólico.*

Correspondence: Samet Özer
sozerdr@hotmail.com

Recibido: 17-VI-2014.
1ª Revisión: 26-VI-2014.
Aceptado: 3-X-2014.

Introduction

Body mass index (BMI), calculated according to weight and height (kg/m^2), is used to define overweight and obesity in childhood. A BMI between the 5th and 85th percentile is considered normal, whereas a BMI between the 85th and 95th percentile indicates overweight. A child is considered obese if BMI exceeds the 95th percentile for their age. The prevalence of childhood obesity has increased dramatically and steadily in the last four decades and has become an important worldwide public health issue^{1,2}. The prevalence of childhood obesity has been reported by many investigations to be 1.8–3.7% in most regions of the world^{3–9}. Currently, the childhood obesity prevalence is 17% in the United States¹. The obesity prevalence in Turkish children parallels that of many countries and is considerably lower in those 6–17 years of age compared with most European countries³. Metabolic syndrome (MS) increases in frequency with the rise in obesity prevalence. Obesity plays a central role in MS, which also includes hyperinsulinemia/insulin resistance (IR), hypertension and dyslipidaemia¹⁰.

The frequency of MS components are as follows: 9.8–17.9% for abdominal obesity, 21.0–23.4% for elevated triglycerides (TGs), 18.3–23.3% for reduced high-density lipoprotein-cholesterol (HDL-C), 4.9–7.1% for elevated blood pressure (BP), and 0.8–1.7% for impaired fasting blood glucose¹¹. The existence of MS is a major risk factor for cardiovascular disease (CVD) in children. CVD and changes in the CV system may begin without any clinical signs or symptoms. The assessment of subclinical CV changes and risk factors are important for preventing these diseases. Hypertension, obesity, IR, and dyslipidaemia are modifiable risk factors for CVDs. It was previously thought that obese children will not develop CVD until they reach adulthood, but they can develop short-term CV complications. Cardiac hypertrophy and ventricular dysfunction have been reported in children with MS^{12,13}. IR is defined as a decreased tissue response to insulin. In turn, pancreatic β -cells increase their production and secretion of insulin as a compensatory mechanism and physiological response¹⁴. IR can be determined by several methods and differs according to the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel (NCEP ATP III) and World Health Organisation (WHO). The hyperinsulinemic/euglycemic clamp test is the gold standard method to assess IR. However, the insulin sensitivity index and Homeostasis Model Assessment (HOMA) IR index are frequently used to determine insulin sensitivity, and the oral glucose tolerance test (OGTT) is another method for measuring insulin levels in patients^{15,16}. A correlation exists between IR and MS, in that IR is independent of obesity and a basic factor in the pathophysiological mechanism of MS¹⁶.

The study was conducted because no other study has been performed on this subject in the inner northern region of Turkey.

Methods

A total of 187 obese children 5–18 years of age who were admitted to the School of Medicine at Gaziosmanpaşa University between January 2012 and May 2014 were included in this study. Participants were diagnosed as obese according to BMI, considering the growth curve for each sex and the cut-off points proposed by the WHO¹⁷. Weights were measured using a digital scale (Seca Corp., Chino, CA, USA). Measurements were made while the patients were barefoot and wearing light clothing. Height was measured using a portable stadiometer (Seca) together with weight. Body mass index (BMI) was calculated as weight in kg divided by height in meters squared (kg/m^2). If the BMI was > the 95th percentile, patients were considered obese¹⁸. BP was measured using a sphygmomanometer and an appropriate collar for each child. BP was classified according to the criteria proposed by The Fourth Report on the Diagnosis, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure in Children and Adolescents, with consideration of sex, age, and the height percentile as follows: normal BP (systolic or diastolic BP < 90th percentile), prehypertensive (90–95th percentile), and hypertensive (BP \geq 95th percentile)^{18, 19}. Biochemical data were obtained retrospectively from tests conducted at a biochemistry laboratory. Total cholesterol (TC), HDL-C, TGs and fasting blood glucose levels were determined using the enzymatic colorimetric method. All samples were obtained after a 12-h fast. Dyslipidaemia was defined according to TC, HDL-C and TG levels. The cut-off values for TC, HDL, TG and fasting glucose levels were 200, 35, 150 and 110 mg/dl, respectively. Abnormal glucose homeostasis was determined according to the fasting glucose level, HOMA-IR level and 2-h OGTT values. Insulin and glucose levels were measured at 0, 30, 60, 90 and 120 min. HOMA-IR, fasting glucose and 120-min OGTT values were considered positive if they were greater than 3.16, 110 mg/dl and 140–200 mg/dl, respectively. HOMA-IR was calculated as the product of basal insulin and fasting glucose values divided by 22.5²⁰. Patients were diagnosed with MS according to the WHO criteria²¹. (Table I)

Descriptive analyses were performed to provide information on general characteristics of the study population. Kolmogorov-Smirnov test was used to evaluate whether the distribution of continuous variables were normal. Therefore, two independent sample t-test or Mann-Whitney U-test was used to compare the continuous variables between groups. The continuous variables were presented as the mean \pm standard deviation and median. Categorical variables were presented as a count and percentage. Chi-Square test was used to compare the categorical variables between groups. Kappa statistics were used for measuring agreement between the guidelines. A p-value <0.05 was considered significant. Analyses were performed using commercial software (IBM SPSS Statistics 18.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA).

Table I		
	NCEP	WHO
<i>Hypertension</i>		
Blood Pressure > %95 p	X	X
<i>Obesity</i>		
Waist circumference 102 cm (M), 88 cm (F)	X	X
BMI > %95P		X
<i>Dyslipidaemia</i>		
HDL <40mg/dl (M), 50mg/dl (F)	X	
HDL <35mg/dl (M), 39mg/dl(F)	X	X
Triglyceride > 150 mg/dl	X	X
Total cholesterol		X
<i>Insulin resistance</i>		
Fasting insulin		X
Fasting Glucose >110mg/dl or DM	X	X
HOMA-IR		X
OGTT 120th min		X

*Three out of five criteria are necessary to diagnose metabolic syndrome according to the NCEP

**One indicator of insulin resistance and hyperinsulinemia was a glucose level > 110 mg/dl, and two out of three criteria are necessary to diagnose metabolic syndrome according to the WHO criteria.

Results

A total of 187 obese children and adolescents (112 females and 75 males; mean age, 12.2 ± 2.9 yr) were assessed in this study. The distributions of subjects according to age were 40% (n = 75) for 5–11-yr-olds and 60% (n = 112) for 12–18-yr-olds. Abnormal glucose homeostasis was identified in 53% of subjects with impaired glucose tolerance (10% according to 120-min OGTT values, 3.2% impaired fasting glucose levels and % 50.3 HOMA-IR > 3.16). The frequency of abnormal glucose homeostasis in girls was higher than that in boys. Fasting glucose levels were > 110 mg/dl

in six patients (3.2%). No patient had type II diabetes mellitus. Nineteen patients had 120-min OGTT glucose levels of 140–200 mg/dl (10.1%). HOMA-IR was > 3.16 in 94 patients (50.3%). No difference was observed between girls and boys with respect to HOMA-IR. Mean HOMA-IR values were 3.82 in girls and 3.76 in boys. Age is an important factor for and directly proportional to HOMA-IR. Dyslipidaemia was present in 45.7% (low HDL, 15.1%; high TGs, 31.5%; and high total cholesterol, 8%) and hypertension in 16.6% of patients. Mean TG values of the patients were 119.5 mg/dl in girls and 121.5 mg/dl in boys. Mean HDL values were 47.15 and 46.98 mg/dl in girls and boys, respectively. Mean HDL values were lower in those aged 12–18 years compared with 7–11 years (p < 0.05). Coexistence of dyslipidaemia was detected in 14 children. Seven individuals were girls (6.8%) and the remaining were boys (9.6%). Dyslipidaemia and IR were identified together in 29 (28.15%) girls and 19 (26.02%) boys. Impaired glucose tolerance according to the 120-min OGTT results was seen in six boys (8.2%) and 12 girls (10.8%). MS was diagnosed in 46 (24.6%) patients. The MS prevalence was 29.6% (n = 30) in girls and 23.2% (n = 16) in boys according to the WHO guidelines. MS frequency of patients aged 12–18 years was significantly higher than of patients 5–11 years (p < 0.05). MS increased with age. The most frequent component of MS was IR. (Table II)

Discussion

No consensus definition exists for metabolic syndrome in children, and many attempts have been made to define MS in the paediatric population. The most often used MS criteria in paediatric studies have been variably adapted from the definitions of adult MS. In particular, the childhood MS criteria of the NCEP ATP

Table II							
	Metabolic Syndrome (-)				Metabolic Syndrome (+)		
Age	11.69	3.01	12.00	13.46	2.41	14.00	<0.001*
BMI	29.96	8.07	29.00	30.56	4.39	30.00	0.115
BPs	110.39	12.96	110.00	114.46	12.03	112.50	0.068
BPd	70.91	12.97	70.00	75.11	11.38	75.00	0.072
FG	83.93	12.85	85.00	90.29	15.30	89.00	0.007*
HOMA-IR	3.11	2.22	2.56	5.59	2.46	5.13	<0.001*
OGTT 120.min	111.25	30.95	105.00	103.93	23.77	105.00	0.153
HDL	48.78	12.21	46.00	43.23	11.32	41.75	0.010*
TG	106.66	52.89	96.70	153.58	67.42	150.00	<0.001*
TC	160.41	37.51	157.10	171.41	48.02	170.35	0.127

*p<0.05

FG: Fasting glucose. BPs: Systolic blood pressure. BPd: Diastolic blood pressure. TC: Total cholesterol
TG: Triglycerid

III and WHO are used worldwide to identify children with MS¹. Many diagnostic protocols use similar criteria to define MS. Generally, MS criteria modified for children by the WHO and the diagnostic criteria offered by the NCEP ATP III are used to diagnose MS in children and adolescents. The modified WHO MS criteria for children were used in this study. The prevalence of MS is nearly 20% in obese children in Turkey¹⁴. The MS prevalence differentials according to diagnostic criteria were used to define MS. In a study by Tavaré et al., MS prevalence was 40.4% according to NCEP III criteria but 24.6% according to the International Diabetes Federation²². There are several definitions for MS, in each of which diagnosis is based on the existence of dyslipidaemia, hypertension, impaired glucose tolerance and obesity with IR. Only the values show minimal changes²³.

In this study, the prevalence of MS in obese children and adolescents (24.6%) matched that found in the literature. The prevalence of MS ranges between 0.7 and 43% in many countries²⁴. MS is represented by a set of risk factors for CVDs in children and adolescents, and each of the components determines an unfavourable cardiovascular profile for young people²⁰. In this study, the MS prevalence was higher in children aged 12–18 years compared with younger children. Pubertal endocrinological changes may affect this prevalence, and HDL levels were lower in children 7–11 years of age.

Some investigators claim that the most common component of MS is low HDL, and the least common is high BP, whereas others claim that waist circumference is the most common and high fasting glucose the least common. The most prevalent component of MS in many investigations is high TG levels²⁵⁻²⁷. In this study, HDL levels were higher in obese children than in obese children without MS. Low HDL-C levels are the most significant risk factor for early atherosclerosis in children with MS. According to some investigators, a low HDL level is the most common component of MS and a preventive factor against CVD²⁸. Hyperinsulinemia increases vascular resistance and causes proliferation of vascular smooth muscle cells. Insulin is a potent growth factor that indirectly stimulates growth factors such as insulin-like growth factor-1. This is one of the mechanisms of hypertension development in patients with MS^{12,16}. Results are summarized in figure 1.

Many tissues respond to endocrine hormones, and adipose tissue is a highly insulin-responsive organ that helps regulate glucose and lipid homeostasis in the body. White adipose tissue (WAT) stores TGs, which are broken down to produce energy if the caloric need arises. WAT secretes adipokines such as leptin, which act in energy sensing and pubertal development¹⁵. Obesity and IR are hypothesised to play a major role in dyslipidaemia in both individuals with normal glucose tolerance and those with impaired

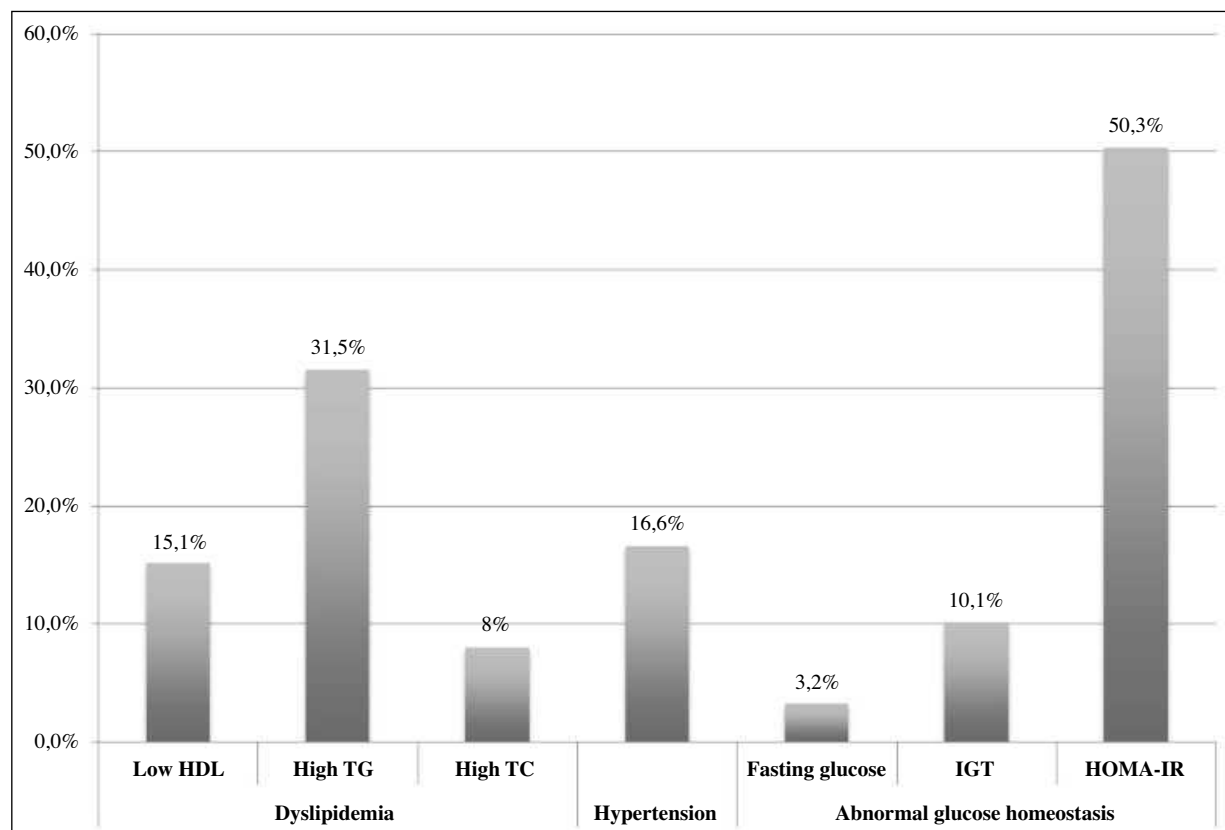


Fig. 1.

glucose tolerance and type 2 diabetes¹⁰. The major component of MS was IR in obese children in this study. One treatment method for MS involves exercise and diet, which are remedies for IR. IR is observed in adolescents and particularly in obese children²⁹. Children with IR do not always develop MS. Hyperinsulinism and abnormal glucose homeostasis occur; however, fasting glucose levels and OGTT values are normal. Hyperinsulinism is seen more often in obese children than is impaired fasting glucose³⁰. Visceral fat increases IR, and this contributes to the development of hypertension. Hyperinsulinism increases renal sodium uptake and the renin-angiotensin aldosterone system, which contributes to increased blood pressure³¹.

Multiple studies have shown that MS parameters are associated with a greater cardiovascular risk in adults. Thus, childhood obesity must be prevented during the early years. Management of obesity includes diet, regular exercise, and oral antidiabetic agents.

Conclusion

Childhood obesity has close relationships with CVD, adulthood obesity, and MS. Obesity, physical inactivity and a poor diet must be addressed in obese children, in whom low HDL levels are very important, as they contribute to the development of MS.

References

- Weiss, R., A.A. Bremer, and R.H. Lustig, *What is metabolic syndrome, and why are children getting it?* *Ann N Y Acad Sci* 2013. 1281: p. 123-40.
- Dias Pitanguira, J.C., L. Rodrigues Silva, M.L. Portela de Santana, C. Monteiro da Silva Mda, P.R. de Farias Costa, V. D'Almeida, et al., *Metabolic syndrome and associated factors in children and adolescents of a Brazilian municipality.* *Nutr Hosp* 2014. 29(4): p. 865-72.
- Simsek, E., S. Akpinar, T. Bahcebasi, D.A. Senses, and K. Kocabay, *The prevalence of overweight and obese children aged 6-17 years in the West Black Sea region of Turkey.* *Int J Clin Pract* 2008. 62(7): p. 1033-8.
- Perez-Rodrigo, C., J. Aranceta Bartrina, L. Serra Majem, B. Moreno, and A. Delgado Rubio, *Epidemiology of obesity in Spain. Dietary guidelines and strategies for prevention.* *Int J Vitam Nutr Res* 2006. 76(4): p. 163-71.
- Musa, D.I., A.L. Toriola, M.A. Monyeke, and B. Lawal, *Prevalence of childhood and adolescent overweight and obesity in Benue State, Nigeria.* *Trop Med Int Health* 2012. 17(11): p. 1369-75.
- Malik, M. and A. Bakir, *Prevalence of overweight and obesity among children in the United Arab Emirates.* *Obes Rev* 2007. 8(1): p. 15-20.
- Lobstein, T., L. Baur, and R. Uauy, *Obesity in children and young people: a crisis in public health.* *Obes Rev* 2004. 5 Suppl 1: p. 4-104.
- Lissner, L., A. Sohlstrom, E. Sundblom, and A. Sjoberg, *Trends in overweight and obesity in Swedish schoolchildren 1999-2005: has the epidemic reached a plateau?* *Obes Rev* 2010. 11(8): p. 553-9.
- Bac, A., R. Wozniacka, S. Matusik, J. Golec, and E. Golec, *Prevalence of overweight and obesity in children aged 6-13 years-alarming increase in obesity in Cracow, Poland.* *Eur J Pediatr* 2012. 171(2): p. 245-51.
- Steinberger, J., *Diagnosis of the metabolic syndrome in children.* *Curr Opin Lipidol* 2003. 14(6): p. 555-9.
- Barkai, L. and G. Paragh, *[Metabolic syndrome in childhood and adolescence].* *Orv Hetil* 2006. 147(6): p. 243-50.
- de las Fuentes, L., A.L. Brown, S.J. Mathews, A.D. Waggoner, P.F. Soto, R.J. Gropler, et al., *Metabolic syndrome is associated with abnormal left ventricular diastolic function independent of left ventricular mass.* *Eur Heart J* 2007. 28(5): p. 553-9.
- Civilibal, M., N.S. Duru, and M. Eleвли, *Subclinical atherosclerosis and ambulatory blood pressure in children with metabolic syndrome.* *Pediatr Nephrol* 2014.
- Gobato, A.O., A.C. Vasques, M.P. Zambon, A. Barros Filho Ade, and G. Hessel, *Metabolic syndrome and insulin resistance in obese adolescents.* *Rev Paul Pediatr* 2014. 32(1): p. 55-62.
- Hatun, Ş., F. Çizmecioğlu, and K.Ü.T.F.P. Profesörü, *Çocukluk çağında metabolik sendrom.* *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi* 2005. 48: p. 257-265.
- Çivilibal, M., *Çocukluk Çağında Metabolik Sendrom.* *Medical Bulletin of Haseki/Haseki Tıp Bulteni* 2011. 49(1): p. 5-9.
- de Onis, M., A.W. Onyango, E. Borghi, A. Siyam, C. Nishida, and J. Siekmann, *Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents.* *Bull World Health Organ* 2007. 85(9): p. 660-7.
- Skelton, J. and C. Rudolph, *Overweight and Obesity*, in *Nelson Textbook of Pediatrics*, I. Kliegman and B.R. R. Jenson H, Stanton B, Editors. 2007, Saunders: Philadelphia. p. 232-42.
- Falkner, B. and S.R. Daniels, *Summary of the Fourth Report on the Diagnosis, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure in Children and Adolescents.* *Hypertension* 2004. 44(4): p. 387-8.
- Keskin, M., S. Kurtoglu, M. Kendirci, M.E. Atabek, and C. Yazici, *Homeostasis model assessment is more reliable than the fasting glucose/insulin ratio and quantitative insulin sensitivity check index for assessing insulin resistance among obese children and adolescents.* *Pediatrics* 2005. 115(4): p. e500-3.
- Goodman, E., S.R. Daniels, J.A. Morrison, B. Huang, and L.M. Dolan, *Contrasting prevalence of and demographic disparities in the World Health Organization and National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III definitions of metabolic syndrome among adolescents.* *J Pediatr* 2004. 145(4): p. 445-51.
- Tavares Giannini, D., M.C. Caetano Kuschmir, and M. Szklo, *Metabolic Syndrome in Overweight and Obese Adolescents: A Comparison of Two Different Diagnostic Criteria.* *Ann Nutr Metab* 2014. 64(1): p. 71-79.
- Cook, S., M. Weitzman, P. Auinger, M. Nguyen, and W.H. Dietz, *Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994.* *Arch Pediatr Adolesc Med* 2003. 157(8): p. 821-7.
- Poyrazoglu, S., F. Bas, and F. Darendeliler, *Metabolic syndrome in young people.* *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes* 2014. 21(1): p. 56-63.
- Khashayar, P., R. Heshmat, M. Qorbani, M.E. Motlagh, T. Aminae, G. Ardalan, et al., *Metabolic Syndrome and Cardiovascular Risk Factors in a National Sample of Adolescent Population in the Middle East and North Africa: The CASPIAN III Study.* *Int J Endocrinol* 2013. 2013: p. 702095.
- Love-Osborne, K.A., K.J. Nadeau, J. Sheeder, L.Z. Fenton, and P. Zeitler, *Presence of the metabolic syndrome in obese adolescents predicts impaired glucose tolerance and nonalcoholic fatty liver disease.* *J Adolesc Health* 2008. 42(6): p. 543-8.
- Rizzo, A.C., T.B. Goldberg, C.C. Silva, C.S. Kurokawa, H.R. Nunes, and J.E. Corrente, *Metabolic syndrome risk factors in overweight, obese, and extremely obese Brazilian adolescents.* *Nutr J* 2013. 12: p. 19.
- Poti, F., M. Simoni, and J.R. Nofer, *Atheroprotective role of high-density lipoprotein (HDL)-associated sphingosine-1-phosphate (S1P).* *Cardiovasc Res* 2014.

29. Sanchez-Munoz, V., R. Salas-Romero, A. Del Villar-Morales, E. Martinez-Coria, A. Pegueros-Perez, and J.G. Franco-Sanchez, [Decrease of liver fat content by aerobic exercise or metformin therapy in overweight or obese women]. *Rev Invest Clin*, 2013. 65(4): p. 307-17.
30. Cizmecioglu, F.M., S. Hatun, and S. Kalaca, *Metabolic syndrome in obese Turkish children and adolescents: comparison of two diagnostic models*. *Turk J Pediatr*, 2008. 50(4): p. 359-65.
31. Hall, J.E., *The kidney, hypertension, and obesity*. *Hypertension*, 2003. 41(3 Pt 2): p. 625-33.



Original/Síndrome metabólico

Efecto del consumo de panes integrales con amaranto (*Amaranthus dubius* Mart; ex Thell;) sobre la respuesta glicémica y parámetros bioquímicos en ratas *Sprague dawley*

Keyla Carolina Montero-Quintero¹, Rafael Moreno-Rojas², Edgar Alí Molina¹, Máximo Segundo Colina-Barriga³ y Adriana Beatriz Sánchez-Urdaneta⁴

¹Departamento de Química, Facultad de Humanidades y Educación, Universidad del Zulia, Venezuela. ²Departamento de Bromatología y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Córdoba, España. ³Programa de Formación en Panadería, Universidad del Zulia, Venezuela. ⁴Departamento de Botánica, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Venezuela.

Resumen

Introducción: La incorporación de ingredientes funcionales como el amaranto (*Amaranthus dubius* Mart. ex Thell.) en la elaboración de pan es una estrategia para aumentar el consumo de fibra, el cual está relacionado con efectos beneficiosos para la salud, mejorando la respuesta glicémica y el perfil lipídico.

Materiales y métodos: Treinta ratas machos *Sprague dawley* se distribuyeron al azar en tres grupos: dieta de pan con 0% de amaranto (PA0, control), dieta de pan con 10% de amaranto (PA10) y dieta de pan con 20% de amaranto (PA20) para determinar el consumo de alimento, ganancia en peso, triglicéridos, colesterol total, VLDL-C, LDL-C, HDL-C, proteínas y la respuesta glicémica postprandial. Los datos fueron analizados a través de un análisis completamente aleatorizado con 10 repeticiones, utilizando la prueba de comparación de medias de Tukey para los parámetros bioquímicos. La respuesta glicémica postprandial fue analizada por el método de medidas repetidas en el tiempo.

Resultados y discusión: La ingesta diaria y la ganancia de peso no se afectó ($p>0,05$) en los grupos con PA10 y PA20. La concentración de glucosa, triglicéridos y proteína presentó diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$) por la diferencia de contenido de amaranto de las dietas. Los valores de colesterol total, LDL-C, factor de riesgo e índice aterogénico presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$) resultando el grupo de menor valor el formado por PA10 y PA20. En los grupos PA10 y PA20 el pico de hiperglucemia y la fase de hiperglucemia total fue más bajo, mostrando una mejor respuesta glicémica.

EFFECT OF CONSUMPTION OF BREAD WITH AMARANTH (*AMARANTHUS DUBIUS* MART. EX THELL.) ON GLYCEMIC RESPONSE AND BIOCHEMICAL PARAMETERS IN *SPRAGUE DAWLEY* RATS

Abstract

Introduction: The incorporation of functional ingredients like amaranth (*Amaranthus dubius* Mart. ex Thell.) in bread making is a strategy to increase fiber intake, which is associated with beneficial health effects, improving glycemic response and lipid profile.

Materials and methods: Thirty male *Sprague dawley* rats were randomized into three groups: diet of bread with 0% amaranth (PA0, control), diet of bread with 10% amaranth (PA10) and bread diet with 20% amaranth (PA20) for determining the feed intake, weight gain, triglyceride, total cholesterol, VLDL-C, LDL-C, HDL-C, protein and postprandial glycemic response. Data were analyzed using a completely randomized with 10 replications analysis, using the comparison test of Tukey for biochemical parameters. Postprandial glycemic response was analyzed by the method of repeated measures over time.

Results and discussion: The daily intake and weight gain was not affected ($P>0.05$) in the groups with PA10 and PA20. The concentration of glucose, triglycerides and protein showed statistically significant differences ($P>0.05$) by the difference in content of amaranth diets. The values of total cholesterol, LDL-C, and atherogenic risk factor index were statistically significant ($P<0.05$) resulting goodwill group formed by PA10 and PA20. PA10 and PA20 in the hyperglycemic peak groups and the total phase hyperglycemia were lower, showing a better glycemic response.

Correspondencia: Rafael Moreno-Rojas.
Dpto. Bromatología y Tecnología de los Alimentos.
Universidad de Córdoba.
140114 Córdoba, España.
E-mail: rafael.moreno@uco.es

Recibido: 19-VI-2014.
Aceptado: 23-VII-2014.

Conclusión: el amaranto podría ser utilizado como ingrediente funcional en la elaboración de panes ya que permitió mejorar el perfil lipídico así como la respuesta glicémica postprandial.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:313-320)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7695

Palabras clave: Pan. Amaranto. Perfil lipídico. Respuesta glicémica. Fibra.

Conclusion: amaranth could be used as a functional ingredient in breads working as it improved the lipid profile and postprandial glycemic response.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:313-320)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7695

Key words: Bread. Amaranth. Lipid profile. Glycemic response. Fiber.

Abreviaturas

ELN: Extracto libre de nitrógeno
NDT: Nutrientes digeribles totales
PA0: Dieta de pan con 0 % de amaranto (control)
PA10: Dieta de pan con 10 % de amaranto
PA20: Dieta de pan con 20 % de amaranto
GLU: Glucosa
CT: Colesterol total
TG: Triglicéridos
HDL-C: Lipoproteínas de alta densidad
LDL-C: Lipoproteínas de baja densidad
VLDL-C: Lipoproteína de muy baja densidad
PRO: Proteína

Introducción

El pan es un producto de consumo habitual en todo el mundo y contribuye en muchos países entre el 45 al 60% de la energía de la dieta, fundamentalmente debido a su contenido en carbohidratos; concretamente almidón. A pesar de ello, por su composición, en ocasiones el pan ha sido tachado de producto de escaso valor nutricional¹.

En los últimos años diversas investigaciones han buscado mejorar el valor comercial y nutritivo del pan de trigo con ingredientes funcionales, para lo cual se están utilizando cereales en grano, harinas integrales, la adición de mezclas de diferentes semillas, frutos secos y/o de productos con un elevado aporte de fibra dietética^{2,3}.

Dado el habitual bajo consumo de fibra en sociedades desarrolladas, que se asocia con enfermedades coronarias, aterosclerosis y cáncer de colon, existe una gran preocupación por incrementar la cantidad de fibra en la dieta para prevenir dichas enfermedades^{3,4}.

Por otra parte, los carbohidratos presentes en el pan de trigo blanco son fácilmente digeribles, lo cual produce una rápida y alta respuesta glicémica e insulínica⁵, además aportan un elevado contenido energético y relativamente baja sensación de saciedad^{6,7}. La velocidad de digestión de los carbohidratos afecta a la absorción de la glucosa y ello conlleva que sean necesarios poner en marcha con rapidez y eficacia los mecanismos metabólicos reguladores de la glicemia postprandial y la respuesta lipídica⁸. En cambio la

presencia de otros componentes de los alimentos pueden jugar un papel importante en la modulación de la glucosa en sangre, fundamentalmente debido a una digestión y absorción más lenta de los glúcidos, que ayuda a mantener los niveles normales de glucosa en sangre. Este factor se ha identificado como relevante en la prevención de algunas enfermedades crónicas⁹. Por lo tanto, la incorporación de ingredientes funcionales, por ejemplo con una mayor cantidad de fibra, es una estrategia interesante para mejorar la respuesta glicémica ocasionada por el consumo de pan, lo cual cobra una especial relevancia en el diseño de dietas para diabéticos destinadas a mejorar el control metabólico de la glicemia¹⁰.

Estudios epidemiológicos, confirman que el consumo habitual de alimentos ricos en cereales y pseudocereales ayudan a prevenir enfermedades crónicas como la diabetes tipo 2, problemas cardiovasculares y la obesidad¹¹.

El amaranto (*Amaranthus* spp.) es un pseudocereal que crece en forma silvestre y comúnmente se considera arvense de varios cultivos de subsistencia, como el maíz (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum bicolor*) y algunas leguminosas¹², solo algunos de ellos son comúnmente consumidos por los seres humanos, principalmente *A. cruentus* y *A. hypochondriacus* por la producción de granos; *A. dubius* y *A. hybridus* por el uso de sus hojas o como ingrediente funcional en alimentos^{13,14}.

El *A. dubius* cultivado, tiene una alta concentración de proteínas y minerales¹⁵, bajas concentraciones de tóxicos y antinutricionales, y no se ha detectado la presencia de metales pesados como Cd y Pb¹⁶; además, presenta un importante valor como dietético debido al alto porcentaje de fibra dietética que se encuentra en su totalidad en forma insoluble (40,48% del total del peso)¹⁷. También se le puede dar uso en la preparación de productos libres de gluten y alimentos funcionales^{18,19}. Las características nutricionales y agronómicas del amaranto hacen que sea una planta de un alto interés para su uso en la industria alimentaria.

El objetivo de este estudio fue contrastar el efecto del uso del amaranto (*Amaranthus dubius* Mart. ex Thell.) como ingrediente funcional en la elaboración de panes, valorando el consumo de alimento, ganancia de peso corporal, la respuesta glicémica y parámetros bioquímicos en ratas *Sprague dawley*.

Materiales y métodos

Obtención de la harina de amaranto

La harina de amaranto se obtuvo de las panículas de plantas de *A. dubius* cultivadas en una siembra experimental ubicada en el municipio Santa Rita, estado Zulia, Venezuela, ubicado a 10°37' N y 71°08' O. El suelo fue preparado con rastra y fertilizado con materia orgánica (capa vegetal y estiércol de aves de corral).

Las panículas se deshidrataron en una estufa entre 50 a 60 °C durante 40 h, con rotación y aireación constante, posteriormente se molieron, tamizaron con un tamiz de tamaño de partícula $\leq 0,5$ mm (Retsch Muhle Dietz, LB1-27, Alemania) y fueron almacenadas en recipientes de plástico con tapa hermética, se cubrieron con una bolsa de tela y se guardaron en un lugar seco a temperatura ≤ 20 °C hasta la preparación de los panes. La composición de la harina de panículas de amaranto se muestra en la tabla I.

Preparación del pan

Se prepararon tres tipos de panes con 0% (PA0), 10% (PA10) y 20% (PA20) de amaranto. Los panes con amaranto (PA10 y PA20) fueron preparados de acuerdo con la propuesta de Colina²⁰, que consistió en mezclar harina de trigo y harina integral de amaranto. Utilizando esta mezcla como base, se añadieron los otros componentes (m/m), 1% de sal, 5% de azúcar, 5% de grasa, 1% de vinagre, 5% de levadura y 55% de agua, se mezclaron y se amasaron durante 15 min (Boia[®], 20 L), posteriormente se amasó manualmente. La masa fue pesada y colocada en el molde. El proceso de fermentación de la masa fue a 30-35 °C durante 180 minutos y se horneó a 160-170 °C durante 1 h y

10 min. El pan 0% amaranto (control o PA0) se preparó usando una mezcla de harina de trigo y 15% de salvado de trigo²⁰, para la obtención de un pan integral tecnológicamente comparable a evaluar (Tabla I).

Preparación de la dieta

Se prepararon tres dietas experimentales con los panes elaborados: dieta de pan con 0% de amaranto (PA0, control), dieta de pan con 10% de amaranto (PA10) y dieta de pan con 20% amaranto (PA20). Los panes se cortaron y se secaron a 60 °C durante 48 h, luego se molieron y se utilizaron en la preparación de los pellets de cada dieta (Tabla II).

Animales

Los autores se responsabilizan de que este estudio ha cumplido con las disposiciones sobre el cuidado y la protección de los animales utilizados con fines experimentales, establecidas en la Unión Europea²¹.

Un total de 30 ratas machos *Sprague dawley* con 33 días de edad fueron suministradas por el Bioterio de la Universidad Centro-Occidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto, estado Lara, Venezuela. Cada animal se alojó individualmente en jaulas de acero inoxidable y se le suministró alimento comercial (Rataharina Protinal[®]) y agua *ad libitum*, con ciclos de 12 h luz/oscuridad a 25 °C por siete (7) días para el periodo de adaptación. Después de ese tiempo los animales se dividieron en tres grupos de 10 ratas cada uno, para estudiar el efecto del consumo de panes sobre el peso, el perfil lipídico y la respuesta glicémica.

Tras el periodo de adaptación, se hizo la determinación del consumo de alimento diario durante los si-

Tabla I
Composición proximal de panículas de *Amaranthus dubius* Mart. ex Thell. y de panes elaborados con harina de trigo y harina de amaranto

Composición proximal ($g \cdot kg^{-1}$)	Panícula de amaranto ^c	Pan 0%	Pan 10%	Pan 20%
Materia seca	911,5	912,1	918,1	919,2
Cenizas (minerales)	135,2	19,8	20,0	31,4
Proteína cruda	205,3	173,5	183,7	189,2
Fibra cruda	230,2	38,1	70,0	86,9
Extracto etéreo	18,3	14,8	17,3	30,0
Carbohidratos	411,0	753,8	708,9	662,4
Energía ($kJ \cdot 100g^{-1}$)	1719,13	1692,05	1754,68	1749,87
ELN ^a (almidón)	411,2	753,8	708,4	662,4
NDT ^b	677,5	794,6	806,2	803,2

Todos los datos están expresados en base seca.

^aELN: Extracto libre de nitrógeno.

^bNDT: Nutrientes digeribles totales.

^cDatos publicados por Montero *et al.*, 2011¹⁵.

Tabla II
Ingredientes de las dietas experimentales utilizadas en ratas Sprague dawley

Composición de las dietas (g·kg ⁻¹ dieta)	PA0	PA10	PA20
Pan	900,0	900,0	900,0
Aceite	50,0	50,0	50,0
Mezcla de vitaminas y minerales ^a	50,0	50,0	50,0

PA0: dieta de pan con 0% de amaranto (control). PA10: dieta de pan con 10% de amaranto. PA20: dieta de pan con 20% de amaranto.

^aSuministrada por T&V (Alforja, España), composición de vitaminas y minerales (g·Kg⁻¹premix): Fe: 10, I: 0,2, Co: 0,02, Cu: 3, Mn: 10, Zn: 12, Se: 0,02, Vitamina E: 3,2, Vitamina B₁: 0,2, Vitamina B₂: 0,6, Vitamina B₆: 0,2, vitamina B₁₂: 0,002, d-pantenoato de calcio: 2, Ácido Nicotínico: 4,4, cloruro de colina: 10, Vitamina A: 1800.000 UI, Vitamina D₃.

guientes 21 días, así como se obtuvo el peso corporal de los animales, que se tomo cada siete (7) días. El día 22 los animales se utilizaron para obtener la respuesta postprandial de glucosa en sangre. Después de 12 horas de ayuno, se tomaron muestras de sangre de la vena de la cola e inmediatamente los animales fueron alimentados con 3 g de las dietas (correspondiente a 2,04 g de carbohidratos en PA0; 1,91 g en PA10 y 1,79 g en PA20, respectivamente) los cuales fueron totalmente consumidos en 20 min. Y se tomaron nuevamente muestras de sangre a los 40, 80 y 120 min después de la ingesta, para medir los niveles de glucosa, que se realizó mediante un monitor/glucómetro (Fast Check de Laboratorios DAI-USA).

Para evaluar el efecto de las dietas sobre el perfil lipídico el día 23 se tomaron muestras de sangre (5 mL) en ayunas, de la vena ocular después de la anestesia con éter²², posteriormente fueron sacrificados por punción cardíaca.

Análisis bioquímico del suero

Las muestras para el análisis bioquímico se recolectaron en tubos estériles sin anticoagulante y se centrifugaron a 3.000 rpm durante 10 min para separar el suero y se mantuvieron congeladas (-20 °C) hasta su análisis.

La determinación de glucosa (GLU), triglicéridos (TG), colesterol total (CT), lipoproteínas de alta densidad (HDL-C) y proteínas totales (TP) se realizaron por colorimetría utilizando kits de pruebas comerciales (Wiener Lab, Argentina). Las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), lipoproteínas de baja densidad (LDL-C), el índice aterogénico y el factor de riesgo cardiaco se estimaron usando las siguientes ecuaciones:

- VLDL-C = TG/5
- LDL-C = CT-HDL-C-(TG/5),
- Índice aterogénico = CT-HDL-C/HDL-C
- Factor de riesgo cardiaco = CT/HDL-C.

Análisis estadístico

Los datos se analizaron utilizando un diseño completamente aleatorizado, para evaluar el efecto del grado de sustitución de la harina de amaranto en los panes sobre la respuesta glicémica postprandial y el perfil lipídico. Se utilizó la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey con 10 repeticiones y tres (3) submuestras, utilizando el software estadístico SAS versión 9.1.3. El nivel de significancia utilizado fue p=0,05.

La respuesta glicémica postprandial de los grupos experimentales se analizó mediante la metodología de medidas repetidas en el tiempo a través del procedimiento MIXED²³, a continuación, se seleccionaron los modelos polinomiales de segundo grado que mejor explicaron el comportamiento de esta variable en el tiempo.

Resultados y discusión

Los resultados del consumo de las dietas experimentales y ganancia de peso durante el ensayo se muestran en la tabla III.

El consumo de alimento diario varió de manera similar (P>0,05) en todos los grupos, se observó una baja ingesta, la cual podría deberse a la alta sensación de saciedad que posiblemente produjo estas dietas en los animales²⁴, relacionandose con el contenido de fibra que aportó el amaranto¹⁵ y en el caso de DPA0 fue aportado por el salvado utilizado. El consumo total de alimento durante los 21 días del experimento presentó diferencias estadísticamente significativas (P<0,05) entre grupos, observandose una mayor ingesta en el grupo PA20 aunque sin diferencias estadísticas (P>0,05) con PA10, pero si con PA0.

Aunque se observa que el grupo de animales alimentados con PA10 fue el único que mostro una ganancia en peso diaria (0,03 g) durante los 21 días del ensayo a diferencia de los grupos PA0 y PA20 en los cuales se observó una pérdida de peso discreta; sin embargo, estas aparentes diferencias no resultaron significativas (P>0,05).

Tabla III
Consumo de las dietas experimentales y ganancia en peso de ratas Sprague dawley durante la fase experimental (21 días)

	PA0	PA10	PA20
Consumo de alimento (g·d ⁻¹)	4,24 ^a	4,79 ^a	4,75 ^a
Consumo de alimento total (g)	86,67 ^b	100,67 ^{ab}	105,00 ^a
GDP (g)	-0,23	0,03	-0,05

PA0: dieta de pan con 0% de amaranto (control). PA10: dieta de pan con 10% de amaranto. PA20: dieta de pan con 20% de amaranto.

GDP: ganancia diaria de peso.

Los valores con letras diferentes en la misma fila presentaron diferencias estadísticas (p<0,05).

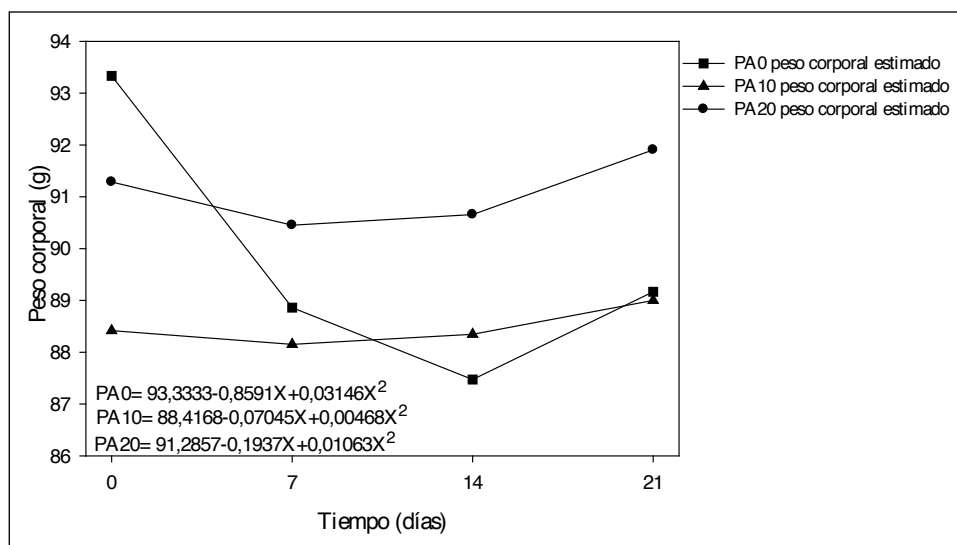


Fig. 1.—Peso corporal de ratas machos Sprague dawley que consumieron PA0, PA10 y PA20 monitoreado por un mes.

La variación del peso de los grupos durante el consumo de PA10 y PA20 fue similar durante el estudio y no se observaron diferencias estadísticas entre ellos en función del tiempo. En el grupo PA0 se observó una disminución de peso los primeros siete días del ensayo, lo cual pudo deberse a problemas de adaptación a la dieta; no obstante, luego se presentó un aumento gradual del peso hasta los 21 días del experimento (Fig. 1) similar al presentado por el grupo PA20.

La poca ganancia de peso de todos los grupos hasta el final del estudio, pudo deberse a la baja ingesta del alimento suministrado; sin embargo, el aporte de nutrientes con dichas dietas se estimó que cubrían los requerimientos nutricionales de las ratas, lo cual facilitó, en líneas generales, el mantenimiento del peso corporal.

En relación a los parámetros bioquímicos (Tabla IV) se observó que la concentración de GLU, TG y PRO no se afectó por efecto de las dietas ($p > 0,05$). Los valores de CT, LDL-C, factor de riesgo e índice aterogénico fueron mayores en el grupo PA0, que presentó diferencias significativas ($p > 0,05$) con los grupos PA10 y PA20. La concentración de HDL-C fue mayor en los grupos PA10 y PA20, de nuevo con diferencias significativas ($p < 0,05$) con el grupo PA0.

Los resultados de los parámetros bioquímicos tras el consumo de PA10 y PA20 demostraron un buen estado de salud de los animales, lo que evidenció que los panes con amaranto presentaron los nutrientes necesarios para el buen desarrollo y mantenimiento de las ratas, especialmente en cuanto al contenido de proteínas, minerales y fibra.

El consumo de PA10 y PA20 no produjeron modificaciones en los valores de GLU y TRI, además se evidenció un efecto positivo sobre las concentraciones de CT, LDL-C y HDL-C, es decir, que el amaranto podría ayudar a mejorar la salud de los consumidores, ya que los grupos PA10 y PA20 presentaron un menor índice aterogénico y menor riesgo cardiaco. Este es un

hallazgo importante, ya que concentraciones bajas de CT y LDL-C y valores elevados de HDL-C han sido relacionados con un buen estado de salud cardiovascular lo que permitió prevenir enfermedades metabólicas, aterosclerosis e infarto al miocardio y repercutir favorablemente en otras como diabetes²⁵. Resultados similares fueron observados por Króliczewska *et al.*²⁶, Pandhare *et al.*²⁷ al utilizar extracto o semillas de amaranto. Chatuverdi *et al.*²⁸ atribuyeron el efecto hipoco-

Tabla IV
Efecto de las dietas experimentales sobre parámetros bioquímicos en ratas Sprague dawley luego de 10 semanas de consumo

Parámetros	Dietas experimentales		
	PA0	PA10	PA20
GLU	119,27 ^a	119,10 ^a	113,90 ^a
CT	160,68 ^a	128,63 ^b	130,48 ^b
TRI	155,68 ^a	152,85 ^a	157,37 ^a
HDL-C	31,05 ^b	46,28 ^a	37,99 ^{ab}
LDL-C	98,50 ^a	51,78 ^b	61,04 ^b
VLDL-C	31,14 ^a	30,57 ^a	31,47 ^a
CT/HDL*	5,19 ^a	2,83 ^b	3,64 ^b
Índice aterogénico	4,19 ^a	1,83 ^b	2,64 ^b
CT/LDL	1,63 ^b	2,49 ^a	2,28 ^a
HDL/LDL	0,32 ^b	0,90 ^a	0,72 ^b
PRO**	6,96 ^a	6,73 ^a	6,79 ^a

Cantidades en mg·dl⁻¹. *Factor de riesgo cardíaco. **Cantidades en g·dl⁻¹. PA0: pan 0% amaranto (control), PA10: pan 10% amaranto, PA20: pan 20% amaranto. GLU: Glucosa, CT: colesterol total, TRI: triglicéridos, HDL-C: lipoproteína de alta densidad, LDL-C: lipoproteína de baja densidad, VLDL-C: lipoproteína de muy baja densidad, PRO: proteína.

Los valores con letras diferentes en la misma fila presentaron diferencias estadísticas ($p < 0,05$).

lesterolémico del amaranto a la presencia de escualeno y, Mendoza *et al.*²⁹ justificaron este efecto por la proteína presente en el amaranto.

Por otro lado, numerosas investigaciones han documentado los efectos hipocolesterolémicos de la fibra dietética^{30,31}; es lógico, por tanto, que el alto porcentaje de fibra dietética del amaranto¹⁵, podría ser responsable de parte de los efectos positivos observados en el perfil lipídico de los animales.

Los mecanismos responsables de este efecto son relativamente complejos. Varias hipótesis sugieren los posibles mecanismos, entre los que se encuentran el aumento del contenido gastrointestinal, que interfiere la formación de micelas y absorción de lípidos, lo que provoca un aumento y excreción de esteroides y ácidos biliares e inhibición de síntesis de colesterol hepático, junto al efecto debido a la absorción del ácido propiónico formado en la fermentación³². Estos mecanismos actúan significativamente en las tasas de colesterol del suero sanguíneo, con lo que se afecta principalmente la subfracción de LDL-C, directamente relacionada con las enfermedades cardiovasculares³².

Por otra parte, la fibra juega un papel muy importante en el mantenimiento de un estado saludable³³. Los altos niveles de fibra dietética tienen importancia en la alimentación de monogástricos ya que actúa a nivel intestinal aumentando el bolo fecal, acompañado de una disminución del tiempo de tránsito intestinal y produciendo un efecto protector contra el cáncer de colon^{17,34}. Además se sabe que la fibra dietética tiene influencia en la regulación del peso corporal, la ingesta de alimentos, la homeostasis de la glucosa, sensibilidad a la insulina y el riesgo de enfermedades cardiovasculares^{35,36}.

La respuesta glicémica postprandial se muestra en la figura 2. En los tres grupos se observaron valores de glucosa basal normal, entre 63,44 y 74,91 mg·dl⁻¹. El consumo de PA0 provocó una respuesta glicémica rápida y elevada a los 80 min (120 mg·dl⁻¹) equiva-

lente a un incremento de 1,89 veces mayor al valor basal, la cual disminuyó drásticamente a los 120 min (89,28 mg·dl⁻¹). PA10 y PA20 en cambio provocaron picos más bajos y unas curvas más regulares entre los 40 y 120 min (104,08 y 107,51 mg·dl⁻¹ y 93,86 y 91,04 mg·dl⁻¹, respectivamente para PA10 y PA20) representando un incremento de 1,24 veces del valor basal, respecto al presentado a los 120 min, con las dichas dietas que contenían amaranto.

Las concentraciones de la glucosa postprandial en sangre fueron menores en los grupos que consumieron pan con amaranto. La respuesta postprandial tras el consumo de las dietas permitió evidenciar que los grupos PA10 y PA20 presentaron un mejor resultado, debido a que se redujo el pico de hiperglucemia y la fase de hiperglucemia total (área bajo la curva). Los mayores niveles de glucosa por el consumo de PA10 y PA20 se observaron a los 40 min, siendo más bajos a los 80 min después del consumo de las dietas. La mejor respuesta observada en los grupos PA10 y PA20 podría deberse al aporte de fibra del amaranto. Algunos estudios sugieren que el alto contenido de fibra insoluble reduce el apetito, y por consiguiente la ingesta de alimentos lo que mejora la respuesta glicémica³⁶, todo esto podría estar relacionado con la regulación de la absorción de la misma y por tanto, evitar variaciones bruscas de los niveles de glucosa en sangre, mejorando de esta manera la respuesta metabólica ante el consumo de carbohidratos, lo cual es sumamente importante en las personas diabéticas.

En conclusión, el consumo de panes con harina integral de amaranto se podría asociar con el mantenimiento del peso en los regímenes isocalóricos, así como, a una relación adecuada entre el HDL-C y LDL-C, lo cual se asocia a mejor salud cardiovascular. El pan con amaranto produce una respuesta postprandial de la glucosa más estable, produciendo picos hiperglicémicos más bajos. Por lo que, el amaranto podría ser utilizado como un ingrediente funcional para mejorar

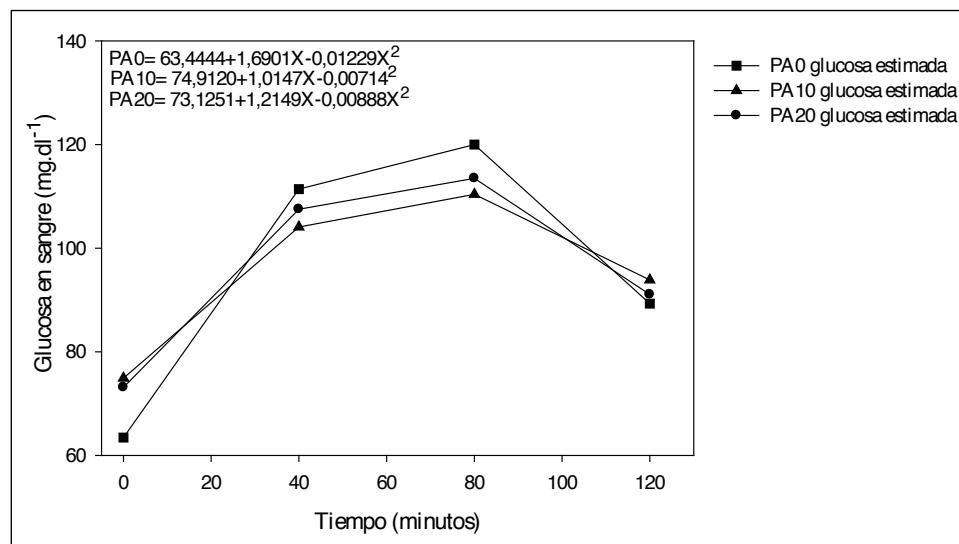


Fig. 2.—Respuesta glicémica postprandial estimada de ratas macho Sprague dawley en ayuno y a los 40, 80, y 120 minutos después del consumo de 3 g de cada dieta: PA0, PA10 y PA20 en el día 29 del protocolo. Cada valor es la media $n = 10$.

las características nutricionales del pan, aumentado de esta forma el consumo diario de fibra dietética en los regímenes alimenticios isocalóricos o hipocalóricos mejorando la respuesta glicémica postprandial y el perfil lipídico de los consumidores.

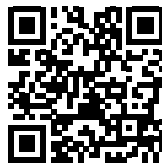
Agradecimientos

Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad del Zulia (CONDES) por el financiamiento de esta investigación (proyecto CC-0670-10). Al Programa de formación en Panadería de la Universidad del Zulia por su colaboración en la elaboración de los panes. Al Instituto Endocrino-Metabólico Félix Gómez por permitir la utilización del Bioterio y el procesamiento de los análisis químicos.

Referencias

1. Isserliyska D, Karadjov G, Angelov A. Mineral composition of Bulgarian wheat bread. *Eur Food Res and Tech* 2001; 213: 244-245.
2. Bodroza-Solarov M, Filičev B, Kevresan Z, Mandić A, Simurina O. Quality of bread supplemented with popped *Amaranthus cruentus* grain. *J Food Process Eng* 2008; 31: 602-618.
3. Sanz-Penella JM, Tamayo-Ramos JA, Sanz Y, Haros M. Phytate reduction in bran-enriched bread by phytase-producing bifidobacteria. *J Agri and Food Chem* 2009; 57: 239-244.
4. Matía Martín P, Lecumberri Pascual E, Calle Pascual AL. Nutrition and metabolic syndrome. *Rev Esp Salud Públ* 2007; 81: 489-505.
5. Araya H, Alviña M. Productos de panificación funcionales. En: Aspectos nutricionales y saludables de los productos de panificación. Lutz M, León A, (Eds.). Chile: Universidad de Valparaíso; 2009. pp. 151-173.
6. Alviña M, Araya A. Rapid carbohydrate digestion rate produced lesser short-term satiety in obese preschool children. *Eur J Clin Nutr* 2004; 58: 637-642.
7. Hare-Bruun H, Flint A, Heitmann BL. Glycemic index and glycemic load in relation to changes in body weight, body fat distribution, and body composition in adult Danes. *Am J Clin Nutr* 2006; 84: 871-879.
8. Brites CM, Trigo MJ, Carrapiço B, Alviña M and Bessa R. Maize and resistant starch enriched breads reduce postprandial glycemic responses in rats. *Nutr Res* 2011; 31: 302-308.
9. Augustin LS, Franceschi S, Jenkins DJ, Kendall CW, La Vecchia C. Glycemic index in chronic disease: a review. *Eur J Clin Nutr* 2002; 56: 1049-1071.
10. Jenkins DJA, Kendall CWC, Augustin LSA, Franceschi S, Hamidi M, Marchie A. Glycemic index: overview of implications in health and disease. *Am J Clin Nutr* 2002; 76 (suppl): 266-273.
11. Aleixandre A, Miguel M. Dietary fiber in the prevention and treatment of metabolic syndrome. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr* 2008; 48: 905-912.
12. Matteucci S, Pla L, Colma A. Recolección sistemática de germoplasmas de *Amaranthus* spp. en ecosistemas secos del estado Falcón. Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 1999; 16: 356-370.
13. Gamel TH, Linssen JP, Mesallam AS, Damir AA, Shekib LA. Seed treatments affect functional and antinutritional properties of amaranth flours. *J the Sci of Food and Agr* 2006; 86: 1095-1102.
14. Sanz-Penella JM, Wronkowska M, Soral-Smietana M, Haros M. Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value. *LWT – Food Sci Tech* 2013; 50: 679-685.
15. Montero Quintero K, Molina E y Sánchez-Urdaneta A.B. Composición química del *Amaranthus dubius*: una alternativa para la alimentación humana y animal. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 2011; 28 (Supl. 1): 619-627.
16. Molina E, González-Redondo P, Montero K, Ferrer R, Moreno-Rojas R, y Sánchez-Urdaneta AB. Efecto de la época de recolecta y órgano de la planta sobre el contenido de metales de *Amaranthus dubius* Mart. ex Thell. *INTERCIENCIA* 2011; 36(5): 386-391.
17. Arellano Mirta AL, Albarracín G, Arce S, Mucciarelli S. Estudio comparativo y agronómico de dos especies de amarantos. *Int J Exp Bot Phytom* 2004; 1: 199-203.
18. Czerwiski J, Bartnikowska E, Leontowicz H, Lange E, Leontowicz M, Katrich E, Trakhtenberg S, Gorinstein S. Oat (*Avena sativa* L.) and amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) meals positively affect plasma lipid profile in rats fed cholesterol-containing diets. *J Nutr Biochem* 2004; 15: 622-629.
19. Hye-Kyung K, Mi-Jeong K, Hong-Yon C, Eun-Ki Kim, Dong-Hoon S. Antioxidative and anti-diabetic effects of amaranth (*Amaranthus esculantus*) in streptozotocin-induced diabetic rats. *Cell Biochem Funct* 2006; 24: 195-199.
20. Colina Barriga MS. La magia de la panadería. Venezuela. Primera edición. 2012. p. 220.
21. European Union 2003. Protection of animals used for experimental purposes. Directive 86/609/EEC of 24th November 1986, amended 16th September 2003.
22. Itokawa M, Hirao A, Nagahama H, Otsuka M, Ohtsu T, Furutani N, Hirao K, Hatta T, Shibata S. Time-restricted feeding of rapidly digested starches causes stronger entrainment of the liver clock in PER2::LUCIFERASE knock-in mice. *Nutr Res* 2013; 33: 109-119.
23. SAS (2002-2003) *Statistical Analysis System*. Version 9.1. Institute Inc, Cary NC, EEUU.
24. Carter JF. Potential of flaxseed and flaxseed oil in baked goods and other products in human nutrition. *Cereal Foods World* 1993; 38: 753-759.
25. Horton R. Curbing the obesity epidemic. 2006. Editorial. *Lancets* 367, 1549.
26. Króliczewska B, Zawadzki W, Bartkowiak A, Skiba T. The level of selected blood indicators of laying hens fed with addition of amaranth grain. *Electronic J Pol Agric U* 2008; 11(2): 1-8.
27. Pandhare R, Balakrishnan S, Mohite P, Khanage S. Antidiabetic and antihyperlipidaemic potential of *Amaranthus viridis* (L.) Merr. in streptozotocin induced diabetic rats. *Asian Pac J of Trop Dis* 2012; S180-S185.
28. Chaturvedi A, Sarojini G, Devi N. Hypocholesterolemic effect of amaranth seeds (*Amaranthus esculentus*). *Plants Food Hum Nutr* 1993; 44: 63-70.
29. Mendonça S, Saldiva PH, Cruz RJ, Arêas JAG. Amaranth protein presents cholesterol-lowering effect. *Food Chem* 2009; 116: 738-4.
30. Galisteo M, Duarte J, Zarzuelo A. Reviews: Current Topics. Effects of dietary fibers on disturbances clustered in the metabolic syndrome. *J Nutr Biochem* 2008; 19: 71-84.
31. Bhatena SJ, Alib AA, Mohamed AI, Hansend CT, Velasquez MT. Differential effects of dietary flaxseed protein and soy protein on plasma triglyceride and uric acid levels in animal models *J Nutr Biochem* 2002; 13: 684-689.
32. Anderson JW, Deakins DA, Bridges SR. Soluble fiber-Hypocholesterolemic effects and proposed mechanisms. In: D Kritchevsky, C Bonfield, and J.W Andersons (Eds.). *Dietary fiber: chemistry, physiology and health effects* (pp: 339-363). New York: Plenum Press.
33. Schweizer TF, Würsch P. The physiological and nutritional importance of dietary fibre. *Experientia* 1991; 47(2): 181-6.
34. Devin R, DeMeo M, Keshavarzian A, Hamaker B. Influence of dietary fiber on inflammatory bowel disease and colon cancer: importance of fermentation pattern. *Nutr Rev* 2007; 65(2): 51-62.
35. Kaline K, Bornstein SR, Bergmann A, Hauner H, Schwarz PEH. The importance and effect of dietary fiber in diabetes prevention with particular consideration of whole grain products. *Horm Metab Res* 2007; 39: 687-693.

36. Queeman KM, Stewart ML, Smith KN, Thomas W, Fulcher RG, Slavin JL. Concentrated oat β -glucan, a fermentable fiber, lowers serum cholesterol in hypercholesterolemic adults in a randomized controlled trial. *Nutr J* 2007; 26(6): 6-12.
37. Samra RA, Anderson GH. <http://ajcn.nutrition.org/search?author1=G+Harvey+Anderson&sortspec=date&submit=Submit> Insoluble cereal fiber reduces appetite and short-term food intake and glycemic response to food consumed 75 min later by healthy men. *Am J Clin Nutr* October 2007; 86(4): 972-979.



Original/*Nutrición enteral*

Gastrostomías percutáneas radiológicas (GRP), 17 años de experiencia, serie de casos del Hospital Universitario Virgen del Rocío

Magnolia del Carmen Navarro Falcón¹, Ana Parejo Campos¹, José Luis Pereira Cunill¹ y Pedro Pablo García Luna¹

¹Servicio de Endocrinología, Unidad de Nutrición Clínica y Dietética, Hospital Universitario Virgen del Rocío. España.

Resumen

A la hora de valorar el soporte nutricional en un paciente el estado del tracto gastrointestinal es el punto más importante a considerar, siempre que sea posible deberíamos escoger la nutrición enteral (NE) sobre la nutrición parenteral (NP) por sus variadas y reconocidas ventajas. Las gastrostomías percutáneas (GRP) fueron introducidas en la práctica clínica como alternativa a la gastrostomía quirúrgica (GQ). La rapidez, simplicidad, bajo costo, reducida morbilidad y escasa mortalidad de estas técnicas ha permitido su rápido desarrollo.

Este es un estudio retrospectivo de los tipos de sonda (las sondas de balón, las de rabo de cerdo y la de balón con gastropexia) colocadas en el Hospital Universitario Virgen del Rocío, Sevilla entre Septiembre de 1996 y Septiembre 2013, el objetivo es describir las características de los pacientes y las complicaciones presentadas según los diferentes tipos de sondas utilizadas. Se realizaron 186 GRP en 176 pacientes (135 varones (76,70%), con una duración promedio de 303,6 días, las patologías más frecuente fueron los cánceres de cabeza y cuello 49,46%. Los tipos de sonda utilizadas fueron sonda rabo de cerdo 118 (63,44%), de balón 22 (11,83%), y sonda de balón con gastropexia 46 (24,73%). Las complicaciones tempranas más frecuentes en el grupo de rabo de cerdo fueron el exudado purulento precoz y el sangrado precoz (2,5 y 3,4% respectivamente), mientras que en el grupo de sonda con balón la salida inicial de la sonda fue la complicación temprana más frecuente (13,7%), ninguna de estas complicaciones se han observado en el grupo de gastropexia. La complicación tardía más frecuente fue la obstrucción de la sonda. La GPR es una técnica segura con una mortalidad menor de 1%; Con menor frecuencia de complicaciones tempranas y tardías. El mejor conocimiento de estas técnicas permite disminuir la frecuencia de complicaciones.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:321-325)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8169

Palabras clave: *Gastrostomía. Nutrición enteral. Complicaciones.*

Correspondencia: Magnolia del Carmen Navarro Falcón.
Hospital Universitario Son Espases, Servicio de Endocrinología.
Bisbe Rafael Josep Verger n2, 3A,
07010 Palma de Mallorca, Islas Baleares.
E-mail: magginav@gmail.com

Recibido: 10-X-2014.
Aceptado: 25-X-2014.

RADIOLOGICAL PERCUTANEOUS GASTROSTOMY (GRP), 17 AÑOS DE EXPERIENCIA, SERIE DE CASOS DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN DEL ROCÍO

Abstract

When assessing a patient nutritional support the state of the gastrointestinal tract is the most important point to consider, whenever possible we should choose the enteral nutrition (EN) over parenteral nutrition (PN) and recognized by its various advantages. The percutaneous gastrostomy (GRP) were introduced in clinical practice as an alternative to surgical gastrostomy (GQ). The speed, simplicity, low cost, low morbidity and low mortality of these techniques has allowed its rapid development. The feeding tubes types used were the balloon-retained devices catheter, the pig tail and the balloon-retained with gastropexia (gastropexia).

It is a retrospective study of all patients who were placed GPR in the Virgen del Rocío University Hospital, Sevilla, between September 1996 and September 2013, which aims to study is to describe the characteristics of patients and the complications presented for different types of enteral feeding tubes used. GPR 186 were performed in 176 patients (135 males (76.70%), with an average duration of 303.6 days, the most frequent diseases were cancers of the head and neck 49.46%.

The types of feeding tubes used were pigtail 118 (63.44%), balloon-retained devices 22 (11.83%), and gastropexia 46 (24.73%). The most common early complications in the pigtail group were early purulent exudate and early bleeding (2.5 and 3.4% respectively), while in the balloon catheter group the initial output of the probe was most frequent early complication (13.7%), none of these complications were observed in the group of gastropexy. The most common late complication was obstruction probe. The GPR is a safe technique with lower mortality of 1%; Low frequently of early and late complications. A better understanding of this technique can reduce the frequency of complications.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:321-325)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8169

Key words: *Gastrostomy, enteral nutrition. Complications.*

Introducción

A la hora de valorar el soporte nutricional en un paciente el estado del tracto gastrointestinal es el punto más importante a considerar; de forma que si el paciente tiene funcionalidad digestiva debemos optar siempre por la Nutrición Enteral (NE), antes que la Nutrición Parenteral (NP)¹. Aparte de las clásicas ventajas de la NE sobre la NP, como el menor coste y la menor índice de complicaciones, la NE tiene otras ventajas importantes sobre la nutrición intravenosa como es su efecto trófico sobre el intestino. Las gastrostomías percutáneas: Gastrostomía Endoscópica Percutánea (GEP) y Gastrostomía Radioscópica Percutánea (GRP), fueron introducidas en la práctica clínica como alternativa a la gastrostomía quirúrgica (GQ). La gastrostomía percutánea endoscópica fue inicialmente descrita en 1980 por Gauderer y Ponsky⁸ y un año después Pershaw describió la técnica de gastrostomía percutánea fluoroscópica no endoscópica. La rapidez, simplicidad, bajo costo, reducida morbilidad y escasa mortalidad de estas técnicas así como el no precisar de anestesia general para su realización en la mayoría de las ocasiones, ha permitido el rápido desarrollo de las gastrostomías percutáneas, y que se haya extendido su uso a una gran variedad de indicaciones, sobre todo, en pacientes que necesiten soporte nutricional por vía enteral de forma prolongada^{1,4-7}.

Se denomina GRP al acceso percutáneo a estómago bajo guía fluoroscópica, que incluye acceso directo al estómago (gastrostomía) o a el acceso a yeyuno a través del estómago (gastroyeyunostomía)², revisando en este artículo aquellas colocadas en estómago.

Los tipos de sonda que se emplean en esta técnica son muy variadas, aunque en el presente artículo revisaremos las sondas de balón, las de rabo de cerdo y la de balón con gastropexia.

La GRP es una técnica con una mortalidad muy baja y una escasa morbilidad. La mortalidad relacionada con el procedimiento es menor del 1%. Wollman et al⁷ en un metaanálisis muy completo encontraron que la mortalidad a los 30 días fue del 0,3% y que las complicaciones mayores fueron del 5,9% y las complicaciones menores fueron del 7,9%, presentando una menor morbilidad que la GEP.

La complicación más grave es la aparición de una peritonitis por vertido de jugo gástrico en cavidad peritoneal y que ha sido descrita más frecuentemente en las GRP sin gastropexia. En estos casos se debe realizar laparotomía exploradora con lavado de cavidad peritoneal y fijación del estómago a pared abdominal. Otras complicaciones mayores descritas es la perforación gástrica, hemorragia grave que es más frecuente en pacientes con hipertensión portal.

Entre las complicaciones menores se han descrito la infección superficial de la ostomía, que se suele resolver con antibioterapia³, la obstrucción de la sonda de gastrostomía, debido a que se utilizan sondas de diámetro pequeño y la obstrucción funcional del pfo-

ro por migración de las sondas gástricas por balón de taponamiento. Una complicación frecuente es la salida inadvertida de la sonda de gastrostomía; si han pasado menos de 2 semanas desde la canalización, a veces es posible reanularla; normalmente si han pasado menos de 48 horas desde la gastrostomía es relativamente fácil reinsertar la sonda. Esta recanalización nunca debe realizarse a ciegas sino con control radioscópico para evitar el paso de la sonda a peritoneo. Es frecuente el neumoperitoneo con dolor abdominal sin que esto presuponga una actitud intervencionista, dado que se suele resolver en varios días.

Objetivo

El objetivo de este estudio es describir las características de los pacientes y las complicaciones presentadas según el tipo de sonda utilizada para la colocación de gastrostomías percutáneas radioscópicas (GPR) en el Hospital Universitario Virgen del Rocío (HUVR), Sevilla.

Material y método

En este estudio retrospectivo se incluyeron a todos los pacientes a los que se les colocó GPR en el Hospital Universitario Virgen del Rocío, Sevilla desde Septiembre de 1996 hasta Septiembre 2013. Los datos recolectados son demográficos (edad, sexo), indicación de inserción, tipo de sonda colocada, complicaciones posteriores al procedimiento divididas en tempranas y tardías, según el momento de la presentación antes o después de las 48 horas de la realización del procedimiento, así como el tiempo de permanencia de la sonda.

Consideraciones Técnicas: La colocación de la GPR se realizaron mediante guía fluoroscópica no bajo guía ecográfica o TAC⁹. En el HUVR hasta Septiembre 2003, se colocaban solo sondas de rabo de cerdo (*Tipo Cope*) posteriormente se colocaron sondas de balón simple o con gastropexia; Todas con calibre entre 12-18 French. Algunos autores ya consideran que las sondas de balón son más seguras que las de rabo de cerdo¹⁰.

Resultados

Entre Septiembre de 1996 y Septiembre 2013 se realizaron 186 gastrostomías guiadas por radiología en 176 pacientes (135 varones (76,70%) y 41 mujeres (23,30%), con edad promedio 56,22 años, con una duración promedio de 303,6 días.

Las patologías más frecuente de los pacientes a los que se les colocó las sondas fueron los cánceres de cabeza y cuello 49,46% y las patologías neurológicas 37,1% (ver tabla I).

Tabla I
Patologías de los pacientes incluidos en el estudio

Patologías	%	N
Cánceres de cabeza y cuello	49,46	92
Patologías neurológicas	37,1	70
Cáncer del aparato digestivo	7,53	14
Otros	5,38	10

Los tipos de sonda utilizadas fueron sonda rabo de cerdo 118 (63,44%), de balón 22 (11,83%), y sonda de balón con gastropexia 46 (24,73%).

En la tabla II se detalla el seguimiento de las GPR según el tipo de sonda y los motivos de finalización de la nutrición enteral, se observó que los fallecimientos (debido a la enfermedad de base) representan el 51,08% (95) de todos los casos, siendo la principal causa de finalización de uso de las sondas en estudio en los grupos A y B y la segunda causa en el grupo C (ver tabla II), Además en el grupo de gastropexia no hubieron casos de finalización por salida involuntaria de la sonda de nutrición; cabe señalar que al ser la técnica que en la actualidad se usa el 63% de los pacientes continúan en seguimiento.

La técnica que inicialmente se usó fue la de rabo de cerdo, pero se tuvo que dejar de lado, debido a la gran frecuencia de complicaciones que presentaron (ver tabla III), por lo que desde Septiembre del 2003 se introdujo la sonda con balón y posteriormente desde Octubre 2009 la de gastropexia.

Las complicaciones tempranas más frecuentes en el grupo de rabo de cerdo fueron el exudado purulento precoz y el sangrado precoz (2,5 y 3,4% respectivamente), mientras que en el grupo de sonda con balón la salida inicial de la sonda fue la complicación temprana más frecuente (13,7%), ninguna de estas complicaciones se han observado en el grupo de gastropexia.

Hubo un caso de éxitus en los de sonda con balón, que se produjo por desplazamiento de la sonda debido a la rotura de balón y posterior peritonitis aguda.

En cuanto a las complicaciones tardías, hubo casos de obstrucción de la sonda que se presentaron más de una vez en cada paciente, así como las infecciones o exudados que no necesitaron de uso de antibióticos. En estos casos se ha contado por paciente afecto y no por evento.

En la tabla III se detallan la frecuencia de complicaciones observadas en cada grupo.

Discusión

Reciente en Septiembre del 2012 se publicó la mayor revisión de GPR, realizado en 17 centros del Reino Unido, en él comparan las mismas técnicas que se han utilizado en este estudio¹¹.

En nuestro estudio se observó en el grupo de gastrostomía de tipo rabo de cerdo, se presentaron un mayor número de complicaciones tipo Exudado purulento precoz, 2,54%, Sangrado precoz 3,39% y Salida de sonda inicial 1,69%, que no se han observado en el grupo de gastrostomías con balón o en aquellas con gastropexia, Estos resultados son comparables con los de otros estudios¹¹. Por estas complicaciones, el grupo de trabajo en nutrición decidió suspender la colocación de este tipo de sondas (ver tabla III) y desde Septiembre del 2003 se inició la colocación de la sonda con balón y posteriormente, desde Octubre 2009, se agregó la gastropexia.

GPR es una técnica relativamente segura con una mortalidad de 0,54% en toda la población estudiada, esto es similar a los datos señalados por Lowe et al. (1%)¹¹ y Covarrubias et al (0,3%)¹² y menor que el 4% de La Nauze et al.¹ En nuestro estudio se observó solo un caso de mortalidad en el grupo de sonda de balón simple.

El total de los casos de salida de balón (7,5% de toda la población estudiada), es mucho menor de los observados en otras publicaciones (21%-40%)^{13,14}.

Tabla II
Seguimiento de los pacientes según el tipo de sonda utilizada

Causas	Tipo de sonda		
	A N(%)	B N(%)	C N(%)
Exitus (*)	67 (56,8)	14 (63,6)	15 (32,6) [Ⓚ]
Debido a la salida de la sonda	20 (17,0)	2 (9,1)	0 (0,0)
Por fístula colónica	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (2,2)
Por mejoría	8 (6,8)	3 (13,6)	1 (2,2)
Continúan	4 (3,4)	0 (0,0)	29 (63,0)
Perdida/Traslado	19 (16,1)	3 (13,6)	0 (0,0)

A: Rabo de cerdo(118), B: De balón (22), C: Balón con gastropexia (46), (*): Las muertes fueron debidas a la enfermedad de base, solo en un caso fue debido a la falla en la técnica[Ⓚ]

Tabla III
Clasificación y frecuencia de las complicaciones según el tipo de sonda utilizada

Complicaciones	Rabo de Cerdo		Sonda de balón		Gastropexia	
	Numero	%	Numero	%	Número	%
Tempranas						
Exudado purulento precoz	3	2,54%	0	0	0	0
Sangrado precoz	4	3,39%	0	0	0	0
Salida de sonda inicial	2	1,69	3	13,64	0	0
Exitus	0	0	1	4,54	0	0
Tardías						
Exudado	25	21,90%	0	0	4	8,7
Infección de ostomía	6	5,08%	0	0	12	26,09
Dolor	0	0	0	0	1	2,17
Salida por rotura de balón	14	11,86%	0	0	0	0
Obstrucción de la sonda	9	7,63%	2	9,09	1	2,17
Dilatación de ostomía	3	2,54%	0	0	2	4,35
Granuloma	18	15,25%	0	0	12	26,09
Rotura de balón	24	20,34%	8	36,36	0	0
Rotura de Sonda	1	0,84	0	0	0	0
Peritonitis	0	0	5	22,73	0	0
Perforación Gástrica	0	0	0	0	0	0
Perforación Conónica	0	0	0	0	1	2,17

En otros estudios la complicación más frecuente fue el dolor (30%)⁶, mientras que en nuestro estudio el exudado periestomal fue la complicación más frecuente (36%), (ver gráfico 1).

Además se observaron 11,29% de casos de infección de la ostomía, (rabo de cerdo: 5,08% y Gastropexia 26,09%), como en el estudio de La Nauze et al (14%)¹. Aunque mayor que lo visto en otros estudios (0,8-5,6%)¹⁵. En nuestro estudio solo algunos pacientes recibieron profilaxis antibiótica, quizá por ello la alta frecuencia de infección.

Conclusiones

Los datos analizados sugieren que la GPR es una técnica segura con una mortalidad menor de 1%, El uso de gastropexia ha disminuido la frecuencia de complicaciones tempranas y tardías.

La técnica más utilizada y la que primero usó, fue la de sonda de rabo de cerdo, pero desde Octubre del 2009 sólo se coloca gastrostomías con sonda de balón y gastropexia.

Las infecciones locales de la pared abdominal fueron la segunda complicaciones más frecuentes, un modo de disminuirlas es aplicar protocolos de uso de profilaxis antibiótica.

El mejor conocimiento de las técnicas utilizadas ha permitido disminuir progresivamente la frecuencia de complicaciones asociadas a este procedimiento.

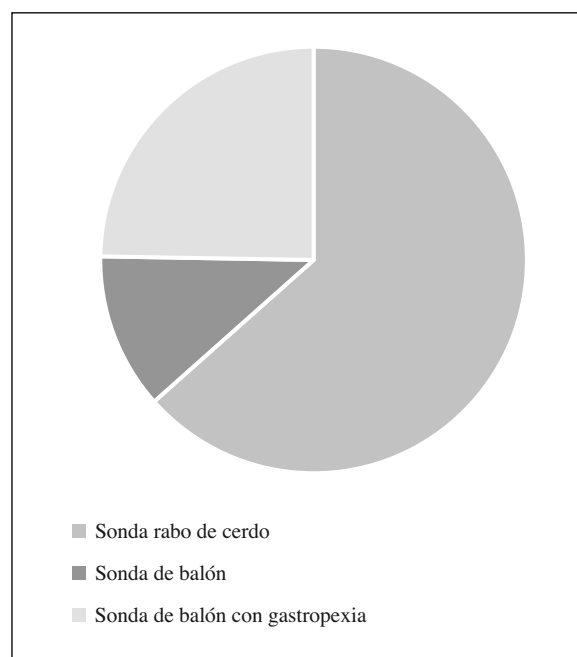
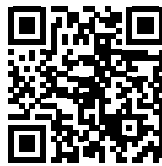


Fig. 1.—Tipos de sondas utilizadas.

Referencias

1. La Nauze R, Collins K, Lyon S, Bailey M, Kemp W, Nyulasi I, et al. Outcomes of percutaneous endoscopic gastrostomy versus radiologically inserted gastrostomy tube insertion at a tertiary hospital, *e-SPEN Journal* 2012 Aug; 7 (4): e144–e148
2. Ozmen MN, Akhan O. Percutaneous radiologic gastrostomy. *Eur J Radiol* 2002 Sep; 43(3):186-95.
3. Chiò A, Galletti R, Finocchiaro C, Righi D, Ruffino MA, Calvo A, et al. Percutaneous radiological gastrostomy: a safe and effective method of nutritional tube placement in advanced ALS. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2004 Apr; 75(4):645-7.
4. Gutt CN, Held S, Paolucci V, Encke A. Experiences with percutaneous endoscopic gastrostomy. *World J Surg* 1996;20(8):1006e8.
5. Jones M, Santanello SA, Falcone RE. Percutaneous endoscopic vs surgical gastrostomy. *J Parenter Enteral Nutr* 1990; 14(5):533e4.
6. Saitua F, Acuna R, Herrera P. Percutaneous endoscopic gastrostomy: the technique of choice? *J Pediatr Surg* 2003; 38(10):1512e5.
7. Wollman B, D'Agostino HB, Walus-Wigle JR, Easter DW, Beale A. Radiologic, Endoscopic, and surgical gastrostomy: an institutional evaluation and metaanalysis of the literature. *Radiology* 1995; 197(3):699e704.
8. Gauderer M, Ponsky JL, Izant RJ. Gastrostomy without laparotomy: a percutaneous endoscopic technique, *J Pediatr Surg* 15 (1980), pp. 872–875.
9. Cosentini EP, Sautner T, Gnant M, Winkelbauer F, Teleky B, Jakesz R. Outcomes of surgical, percutaneous endoscopic and percutaneous radiologic gastrostomies. *Arch Surg* 133 (1998), pp. 1076–1083.
10. Shin JH, Park AW. Updates on Percutaneous Radiologic Gastrostomy/ Gastro-jejunostomy and Jejunostomy, *Gut Liver* 2010 September; 4(Suppl 1): S25–S31.
11. Lowe AS, Laasch HU, Stephenson S, Butterfield C, Goodwin M, Kay CL, et al. Multicentre survey of radiologically inserted gastrostomy feeding tube (RIG) in the UK. *Clin Radiol* 2012 Sep; 67 (9):843-54.
12. Covarrubias DA, O'Connor OJ, McDermott S, Arellano RS. Radiologic percutaneous gastrostomy: Review of potential complications and approach to managing the unexpected outcome. *Am J Roentgenol* 2013 Ab; 200:921–931
13. Gramlich L, Kichian K, Pinilla J, Rodych NJ, Dhaliwal R, Heyland DK. Does enteral nutrition compared to parenteral nutrition result in better outcomes in critically ill adult patients? A systematic review of the literature. *Nutrition* 2004; 20(10):843e8.
14. Rustom IK, Jebreel A, Tayyab M, England RJ, Stafford ND. Percutaneous endoscopic, radiological and surgical gastrostomy tubes: a comparison study in head and neck cancer patients. *J Laryngol Otol* 2006;120(6):463e6.
15. Neeff M, Crowder VL, McIvor NP, Chaplin JM, Morton RP. Comparison of the use of endoscopic and radiologic gastrostomy in a single head and neck cancer unit. *ANZ J Surg* 2003; 73(8):590e3.



Original/Alimentos funcionales

Estudio de tolerancia y aceptación de una fórmula enteral hiperproteica enriquecida en fibra

Daniel Antonio de Luis¹, Olatz Izaola¹, A. Castro¹, M. Martín¹, B. Torres¹, J. J. López Gómez¹, E. Gómez Hoyos¹ y Mercedes Blanco Naveira².

¹Center of Investigation of Endocrinology and Nutrition. Medicine School and Dept of Endocrinology and Nutrition Hospital Clínico Universitario. University of Valladolid. Valladolid. ²Medical Affairs, Nestle Health Science. Spain.

Resumen

Objetivos: Evaluar la tolerancia gastrointestinal y aceptación de la nueva formulación de Isosource Protein® Fibre® con una nueva mezcla de fibras soluble e insoluble en práctica clínica real.

Material y métodos: Estudio abierto, no comparativo, no aleatorizado, descriptivo, evaluándose la tolerancia gastrointestinal mediante el registro diario de síntomas gastrointestinales subjetivos por parte del paciente, y objetivos tras la exploración abdominal por parte del investigador.

Resultados: Se incluyeron 18 pacientes con una media de edad de 67,32 ± 13,8 años y de los cuales un 66,7% eran varones. El peso actual medio de la muestra fue de 68,7 ± 9,8 kg (Rango: 51 - 90 kg) y el IMC 24,0 ± 4,0 kg/m² y (Rango: 16,0 - 32,00 kg/m²). El volumen medio final prescrito de Isosource Protein® Fibre® fue de 1580 ± 282,7 ml/día (Rango: 1200 - 2000 ml/día). El 72,22% de los pacientes recibió 1500 ml/día, un 16,67% recibió 1750 ml/día, un 5,56% recibió 2000 ml/día y un 5,56% recibió 2500 ml/día. El análisis de la tolerancia gastrointestinal por parte de los pacientes reveló que en la primera visita del estudio, no refirieron problemas gastrointestinales relevantes, tan solo un paciente indicó la presencia de estreñimiento moderado. Por el contrario, en la última visita del estudio, se observó que dos pacientes refirieron estreñimiento (leve y moderado) y dos pacientes refirieron diarrea (leve y severa). En cuanto a la evaluación de la tolerancia gastrointestinal por parte del investigador y del hábito deposicional, los resultados muestran que en el 100% casos la tolerancia fue normal. Respecto al hábito deposicional se observa significativamente ($p=0,035$) que el 66,7% de los pacientes no presentaron deposiciones al inicio del estudio, frente al 33,4% en la última visita. En este sentido, se observó un aumento significativo en la media del número de deposiciones diarias en la visita final ($0,89 \pm 0,90$, rango: 0 a 3), respecto a la inicial ($0,44 \pm 0,78$, rango: 0 a 3) ($p=0,035$). En ningún caso se

STUDY OF TOLERANCE AND ACCEPTABILITY OF A HYPERPROTEIC ENTERAL FORMULA ENRICHED IN FIBER

Abstract

Objectives: To evaluate the gastrointestinal tolerance and acceptance of the new formulation of Isosource Protein® Fibre® with a new blend of fibers IS50®.

Methods: Opened, non-comparative, nonrandomized, descriptive study in patients requiring full enteral tube feeding for at least 7 days. Gastrointestinal tolerance was assessed by daily record of subjective gastrointestinal symptoms by the patient, and objectives behind the abdominal exploration by the researcher for up to 15 days.

Results: 18 patients were included with a mean age of 67.32 ± 13.8 years, of whom 66.7% were male. The average actual weight of the sample was 68.7 ± 9.8 kg (range: 51-90 kg) and BMI 24.0 ± 4.0 kg/m² (range: 16.0 to 32.00 kg/m²). The average volume prescribed Isosource Protein® Fibre® was 1580 ± 282.7 ml / day (range: 1200 to 2000 ml/day). 72.22% of the patients received 1500 ml/day, received 16.67% 1750 ml / day, 5.56% received 2000 ml/day and 5.56% received 2500 ml/day. The analysis of the gastrointestinal tolerance of patients revealed that in the first study visit, reported no significant gastrointestinal problems, only one patient indicated the presence of mild constipation. By contrast, in the last study visit, it was observed that two patients reported constipation (mild to moderate) and two patients reported diarrhea (mild and severe). As for the evaluation of gastrointestinal tolerance by the investigator and depositional habit, the results show that in 100% cases tolerance was normal. Regarding the depositional habit, it was observed that the 66.7% of patients had no bowel movements at baseline, compared to 33.4% at the last visit of the patient ($p = 0.035$). In this sense, a significant increase ($p = 0.035$) in the mean number of daily

Correspondencia: Daniel Antonio de Luis.
Professor of Endocrinology and Nutrition Center of Investigation of Endocrinology and Nutrition.
Medicine School. Valladolid University.
Hospital Universitario Río Hortega.
C/ Los perales 16. (Urb Las Aceñas). Simancas.
47130 Valladolid, Spain
Email: dadluis@yahoo.es

Recibido: 15-X-2014.
Aceptado: 18-XI-2014.

observaron complicaciones digestivas relacionadas con la fórmula o con su administración, ni se reportaron acontecimientos adversos relacionados con la nutrición.

Conclusiones: Isosource Protein® Fibre® ha mostrado ser una fórmula de nutrición enteral bien tolerada, con una baja frecuencia de síntomas gastrointestinales y una mejoría en el número de deposiciones, lo que favorece el cumplimiento de la pauta prescrita por el profesional de la salud y sugiere un efecto positivo en la regulación del tránsito intestinal.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:326-333)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8169

Palabras clave: *Fibra. Fórmula enteral específica. Tolerancia.*

Introducción

La importancia de la nutrición clínica ha aumentado en las últimas décadas. Los pacientes que no pueden recibir sus requerimientos a través de la dieta oral se benefician del soporte nutricional enteral. La administración de nutrición enteral se ha relacionado con una mejoría de variables clínicas, así como la prevención de la pérdida de la integridad intestinal¹. Las fórmulas de nutrición enteral poliméricas, diseñadas para pacientes con una función gastrointestinal normal, son las que se usan en la mayoría de las situaciones que requieren soporte enteral. Por otra parte en el pasado, la mayoría de las fórmulas diseñadas estaban libres de fibra con el fin de evitar la oclusión de la sonda nasogastrica, así como por la errónea premisa por la cual se defendía que el reposo intestinal beneficia la recuperación del paciente. Aunque las fórmulas enterales sin fibra pueden estar indicadas en pacientes que requieren un bajo residuo en su dieta (procesos diagnósticos en tubo digestivo o cirugías), la suplementación con fibra se ha demostrado útil en la prevención de efectos deletéreos de la nutrición enteral sobre el tubo digestivo. En los pacientes hospitalizados, la diarrea es la complicación más frecuente al usar fórmulas enterales sin fibra, pudiendo ocurrir hasta en un 68% de los pacientes². Sin embargo en los pacientes que reciben nutrición enteral durante largos periodos, por ejemplo en programas de soporte nutricional domiciliario, el estreñimiento y la necesidad de laxantes es el efecto adverso más frecuente³.

Por tanto la fibra puede aportar un gran número de efectos beneficiosos en los pacientes que reciben nutrición enteral. De este modo la fibra incrementa el contenido en agua y la masa fecal, normalizando la progresión de las heces a través del intestino⁴, este incremento de la masa fecal y mejoría del tránsito se debe al acúmulo de agua, la presencia de la propia fibra, así como al aumento de la presencia de bacterias colónicas secundarias a la fermentación de esta fibra. A pesar de los beneficios indudables en el tránsito intestinal de la fibra en las fórmulas con nutrición enteral, son escasos los trabajos que evalúan la tolerancia de estas fórmulas en práctica clínica real, siendo la mayor parte

bowel movements at the final visit (0.89 ± 0.90 , range: 0-3) was observed, compared to the initial visit (0.44 ± 0.78 , range: 0-3).

Conclusions: Isosource Protein® Fibre® has proved a formula for enteral nutrition well tolerated, with a very low frequency of gastrointestinal symptoms and an improvement in the number of stools, which encourages compliance with the standard prescribed by the health professional and suggest a positive effect on the regulation of intestinal transit.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:326-333)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8169

Key words: *Fiber. Enteral specific formulas. Tolerance.*

de los estudios realizados en niños y en el contexto del análisis de variables secundarias de un ensayo clínico, muy alejados de la práctica clínica real⁵⁻⁸.

Por ello, el objetivo de nuestro trabajo fue evaluar la tolerancia de una fórmula enteral hiperproteica enriquecida con fibra, con una nueva mezcla de fibras IS50 (50% Soluble/50% insoluble), en pacientes hospitalizados con indicación de soporte enteral al menos durante 7 días.

Material y métodos

Sujetos

El estudio se realizó en 18 pacientes desnutridos o en riesgo nutricional que requerían nutrición enteral total. Antes de iniciar el estudio se les practicó un examen físico a fin de establecer el estado basal de salud de los pacientes, comprobar los criterios de inclusión y descartar la presencia de criterios de exclusión. Se incluyeron pacientes de ambos sexos entre 18 y 80 años de edad, pacientes desnutridos o en riesgo nutricional, con indicación de nutrición enteral como dieta completa durante al menos 7 días, que el sujeto aceptara participar en el estudio y firmara el consentimiento informado. Se excluyeron los pacientes con contraindicación formal para nutrición enteral, presencia de patología gastrointestinal severa, úlcera gástrica, gastritis, diarrea, gastroparesia, vómitos, reflujo gastroesofágico o dolor abdominal, tratamiento con antibióticos en los 7 días anteriores al estudio, tratamiento con procinéticos durante la fase de estudio, alergia o intolerancia a alguno de los ingredientes de la fórmula y cualquier otra patología o condición no especificada que el investigador considerara pudiera interferir con la evaluación de la fórmula o que pueda poner en riesgo innecesario al paciente.

En una primera visita, cada sujeto recibió el primer día de intervención nutricional, 500 ml de isosource protein fibra (Tabla I) administrada por vía enteral a través de sonda nasogastrica/gastrostomía durante 24 horas con bomba de infusión. La infusión de nutrición enteral se fue aumentando en función de las nece-

Tabla I
Composición nutricional de la fórmula de nutrición enteral hiperproteica enriquecida en fibra
(Isosource® Protein Fibre)

		100 ml	500 ml
Proteínas	g	6.7	33.5
Carbohidratos	g	16	80
Azúcares	g	1.5	7.5
Lactosa	g	<0.05	<0.25
Grasas	g	4.4	22.0
Ác. Grasos Saturados (32%)**	g	1.3	6.5
MCT	g	0.88	4.40
Ác. Grasos Monoinsaturados (46%)**	g	1.9	9.5
Ác. Grasos Polinsaturados (22%)**	g	0.9	4.5
Ácidos grasos ω3	g	0.18	0.90
EPA + DHA	mg	47.6	238
ω6/ω3		4.1	
Fibra	g	1.5	7.5
Soluble	g	0.75	3.75
Insoluble	g	0.75	3.75

**Porcentaje sobre el total de ácidos grasos.

<i>Minerales</i>				<i>Vitaminas</i>			
		100 ml	500 ml			100 ml	500 ml
Calcio	mg	90	450	A (retinol)	mcg	140	700
Fósforo	mg	75	375	β-caroteno	mcg	33	165
Magnesio	mg	14	70	D3 (colecalfiferol)	mcg	1.8	9.0
Sodio	mg	120	600	E (d-α -tocoferol)	mg	2	10
Potasio	mg	120	600	K₁	mcg	9.0	45.0
Cloro	mg	75	375	C	mg	14	70
Hierro	mg	1.2	6.0	B₁	mg	0.19	0.95
Zinc	mg	1.2	6.0	B₂	mg	0.23	1.15
Yodo	mcg	19	95	B₆	mg	0.25	1.25
Cobre	mcg	170	850	B₁₂	mcg	0.6	3.0
Manganeso	mg	0.3	1.5	Niacina	mg	2.5	12.5
Flúor	mg	0.16	0.80	Ác. Pantoténico	mg	0.75	3.75
Selenio	mcg	8.5	42.5	Ác. Fólico	mcg	37	185
Cromo	mcg	11	55	Biotina	mcg	5.8	29.0
Molibdeno	mcg	13	65	Colina	mg	50	250

		100 ml	500 ml
Agua	ml	79	395
Valor energético	kcal	133	665
	kJ	561	2804
Concentración calórica	kcal/ml	1.3	
Energía no proteica/ g N	kcal/g N	101.13	
Osmolaridad	mOsm/l	311	
Viscosidad	cP	70	

sidades calorico proteicas del paciente calculadas las primeras mediante la formula de Harris Benedict, y las segundas hasta alcanzar un maximo de 0,8-1 g/kg/peso y día de proteínas. La intención fue analizar los datos en los pacientes con un minimo de 7 días de administración de la fórmula enteral. El estudio fue aprobado por el Comité de Ensayos Clínicos del HCUV y los pacientes firmaron un consentimiento informado antes de iniciar el protocolo de estudio.

Procedimientos

A todos los pacientes se les pesó, talló (Modelo Omron®, LA, CA), calculó el índice de masa corporal (IMC= peso/kg²) y se midieron la circunferencia de la pantorrilla y del brazo con una cinta métrica convencional, al inicio y al final del estudio. También se recogió su peso habitual y se registró la presencia de antibioterapia en el tratamiento del paciente durante la duración del estudio.

La variable principal analizada fue la tolerancia gastrointestinal. La tolerancia gastrointestinal se evaluó diariamente durante el periodo de intervención, consistiendo en una *evaluación subjetiva* (mediante escala puntuada por el sujeto y recogida por el investigador). Esta evaluación se basó en la recogida de síntomas subjetivos reportados por el paciente y recogidos por el investigador mediante una escala con los siguientes ítems: náuseas, regurgitación, vómitos, estreñimiento, diarrea, flatulencia, distensión abdominal y dolor abdominal. Diariamente se preguntó al paciente por la presencia de cada uno de estos síntomas cuya severidad se evaluó empleando una escala de 5 puntos; 0 = Ausente (Síntoma no presente); 1 = Leve (síntoma presente pero no molesto); 2 = Moderado (síntoma frecuentemente molesto pero que no interfiere con las actividades cotidianas o el sueño); 3 = Severo (síntoma suficientemente molesto como para interferir en las actividades cotidianas o el sueño) y 4 = Muy severo (síntoma tan severo que requiere visita médica).

También se realizó una *evaluación objetiva*: (evaluada por el investigador), que se basó en el examen clínico mediante palpación abdominal. La severidad de los posibles signos de alteración gastrointestinal se evaluará empleando una escala de 4 puntos; 0 = Normal, 1 = Alteración leve, 2 = Alteración moderada y 3 = Alteración severa. Por otra parte el investigador recogió el hábito deposicional, número de deposiciones y consistencia de las mismas de manera subjetiva (normal, líquidas, duras).

Análisis estadístico

Se ha utilizado la U de Mann Whitney para analizar las diferencias en 2 grupos de pacientes para una variable cuantitativa. Se ha utilizado la prueba de Wilcoxon para analizar la evolución de las variables categóricas no

dicotómicas, o cuantitativas entre 2 periodos diferentes. La evolución de las variables a lo largo de las visitas del estudio se evaluó mediante la prueba de Friedman. Las diferencias entre grupos para las variables continuas se resumieron mediante el intervalo de confianza al 95% de la diferencia de medias. Al tratarse de un estudio exploratorio, no se realizaron correcciones del error alfa, por comparaciones múltiples. El nivel de significación utilizado fue 0.05 bilateral. El análisis se ha realizado con programa estadístico SPSS V17 (IL, USA).

Resultados

Parámetros generales

De los 18 pacientes incluidos en el estudio, todos cumplieron los criterios de inclusión. Tres pacientes (16,7%) no completaron el mínimo de 7 días de seguimiento establecido por el estudio. Sin embargo el motivo de discontinuación fue la mejoría clínica de la sintomatología clínica del paciente y la retirada de la fórmula nutricional. De los 18 pacientes reclutados 12 (66,7%) fueron varones. La media de edad fue de 67,3 ± 13,8 años, oscilando entre 41,1 y 88,7 años. Respecto a la causa que indicó el soporte enteral fueron mayoritariamente (accidentes cerebrovasculares y enfermedades neurodegenerativas tipo demencia y enfermedad de parkinson).

Respecto a la pauta de la fórmula prescrita se observó que a la mayoría de los pacientes se les prescribió un volumen de 1500 ml/día (13 pacientes, 72,2%), administrada mediante sonda nasointestinal (17 pacientes, 94,4%), utilizando una bomba de infusión (18 pacientes, 100%). El volumen medio final prescrito de Isosource Protein® Fibre® fue de 1580 ± 282,7 ml/día (Rango: 1200 - 2000 ml/día). El 72,22% de los pacientes recibió 1500 ml/día, un 16,67% recibió 1750 ml/día, un 5,56% recibió 2000 ml/día y un 5,56% recibió 2500 ml/día. El peso habitual medio de los pacientes fue de 68,7 kg ± 9,8, oscilando entre (51 kg y 90 kg). El peso al inicio del estudio fue de 66,4 kg ± 12,8, rango: (40 kg a 90 kg). La comparación entre el peso habitual y el peso al inicio del estudio revela una reducción del 3,7% ± 10,2, rango: (-0,7% a 37,5%). La media de IMC al inicio del estudio 24,0 ± 4, rango: (16 a 32) revela que la mayor parte de los pacientes se situaron en un peso normal o de bajo peso moderado o leve. Las medias de las circunferencias braquial y de la pantorrilla iniciales fueron de 25,6±3,2 cm, rango: (18 cm a 31 cm) y 29,4± 3,8 cm, rango: (20 cm a 36 cm), respectivamente. Se observó un ligero incremento en la media del peso al finalizar el estudio. Sin embargo esta diferencia no fue estadísticamente significativa. Cuando se analizó el IMC se observó un aumento medio en la visita final que tendía a la significación (0,1 IC95% (0 a 0,2), p= 0,089). Respecto a la circunferencia braquial o de la pierna, no se observaron diferencias significativas entre la visita inicial y la final (Tabla II).

Tabla II
Evolución del peso, la altura, el IMC, la circunferencia braquial y de la pantorrilla

<i>Media ± DS / mediana (Rango)</i>	<i>Inicio del estudio (n = 18)</i>	<i>Final del estudio (n = 18)</i>	<i>Diferencia entre el inicio y el final</i>	<i>p-valor</i>
Peso habitual (Kg.)	68,7 ± 9,8 / 67 (51 a 90)		-	-
Peso (Kg.)	66,4 ± 12,8 / 67 (40 a 90)	66,5 ± 12,8 / 67,1 (40 a 90)	0,1 IC95% (-0,1 a 0,2)	0,263
% de reducción, respecto al peso habitual	3,7 ± 10,2 / 0 (-0,7 a 37,5)	3,6 ± 10,3 / 0 (-1,3 a 37,5)	0,1 IC95% (-0,1 a 0,3)	0,398
Altura (cm)	166,1 ± 9,4 / 168,5 (150 a 181)	166,1 ± 9,4 / 168,5 (150 a 181)	0 IC95% (0 a 0)	1
IMC (Kg./m ²)	24 ± 4 / 23,6 (16 a 32)	24,1 ± 4 / 24 (15,9 a 32)	0,1 IC95% (0 a 0,2)	0,089
Circunferencia braquial (cm)	25,6 ± 3,2 / 26 (18 a 31)	25,5 ± 3,2 / 25,8 (18 a 31)	-0,1 IC95% (-0,3 a 0,1)	0,317
Circunferencia de la pantorrilla (cm)	29,4 ± 3,8 / 29 (20 a 36)	29,4 ± 3,9 / 29 (20 a 36)	0 IC95% (-0,2 a 0,1)	0,581

Evaluación de la tolerancia gastrointestinal

El análisis de la tolerancia gastrointestinal en la primera visita del estudio, reveló que los pacientes no refirieron problemas gastrointestinales relevantes. Tan solo un paciente indicó la presencia de estreñimiento moderado. Por el contrario, en la última visita del estudio, se observó que dos pacientes refirieron estreñimiento (leve y moderado) y dos pacientes refirieron diarrea (leve y severa). No se observó ningún otro problema gastrointestinal en la última visita. El aumento del número de pacientes que refirieron estreñimiento y diarrea en la última visita no fue estadísticamente significativo (Tabla III). En cuanto a la evaluación de la tolerancia gastrointestinal y del hábito deposicional por parte del investigador, los resultados muestran que en el 100% de los casos la tolerancia fue normal (Tabla IV). Respecto al hábito deposicional se observa significativamente ($p=0,035$) que el 66,7% de los pacientes no presentaron deposiciones al inicio del estudio, frente al 33,4% en la última visita del paciente. En este sentido, se observó un aumento significativo ($p=0,035$) en la media del número de deposiciones diarias en la visita final ($0,89 \pm 0,90$, rango: 0 a 3), respecto a la inicial ($0,44 \pm 0,78$, rango: 0 a 3).

El análisis reveló que en la fase de seguimiento los pacientes con antibioterapia presentaban significativamente un mayor número de deposiciones que los pacientes sin antibioterapia. Sin embargo el análisis de la evolución del número de deposiciones en los pacientes con y sin antibioterapia, reveló que en los 2 grupos se producía un aumento significativo, respecto al día 1 (Tabla V). Aunque este aumento era mayor en los pacientes tratados con antibioterapia que en los no tratados (0,7 frente a 0,3 deposiciones al día de media). La observación del número de deposiciones al día en cada paciente, reveló que en la mayoría de pacientes se produjo un aumento en el periodo de seguimiento (16 pacientes de 18, 88,9%) De los 10 pacientes sin tratamiento con antibioterapia en solo 1 se observó un número de deposiciones superior a 3 (4 deposiciones) durante un solo día del

seguimiento. La mayor parte de pacientes mostraron un máximo de 2 deposiciones durante todas las visitas de seguimiento. Por el contrario, en los pacientes con antibioterapia un mayor número de pacientes presentaron 4 y 5 deposiciones durante diferentes días.

Ningún paciente presentó en el estudio complicaciones digestivas asociadas a la administración de la fórmula de nutrición enteral. Por último, no se registraron acontecimientos adversos relacionados con la fórmula administrada.

Discusión

En este trabajo mostramos como en una muestra de pacientes con predominio de varones, edad superior a los 60 años y enfermedad neurológica la tolerancia en práctica clínica real a una fórmula enteral hiperproteica enriquecida en fibra administrada por sonda nasogastrica es aceptable.

Teniendo en cuenta la escasez de estudios que valoran la tolerancia de las fórmulas de nutrición enteral enriquecidas en fibra⁵⁻⁸, fundamentalmente ensayos clínicos en niños, y la gran difusión en la práctica clínica habitual del uso de fórmulas enriquecidas en fibra⁹, el seguimiento de los pacientes en nuestro trabajo se realizó de acuerdo a la práctica clínica habitual, siendo este el punto fuerte de nuestro estudio. En el trabajo de Kosho et al⁵ con una fórmula de nutrición enteral peptídica con 3.5 g fructo-oligosacáridos y 3.8 g de fibra insoluble por litro, la fórmula fue bien tolerada en niños con una función intestinal comprometida. En trabajos con fórmulas polimericas infantiles enriquecidas con fibra de soja (10 g por litro), la tolerancia fue superior en la fórmula enriquecida en un grupo de niños sin patología intestinal de base⁶. Otros trabajos en la literatura, han demostrado también la eficacia de fórmulas enterales suplementadas ya no solo con fibra sino también con probióticos⁷, siendo la mayor parte de los estudios ensayos clínicos con el fin de evaluar otras variables primarias.

Tabla III
Evolución de la sintomatología gastrointestinal entre el inicio y la última visita del estudio

		Periodo del estudio		p-valor
		Inicial N(%)	Final N(%)	
Náuseas	ausente	18 (100%)	18 (100%)	1,000
	Leve	0 (0%)	0 (0%)	
	moderado	0 (0%)	0 (0%)	
	severo	0 (0%)	0 (0%)	
	muy severo	0 (0%)	0 (0%)	
	Total	18 (100%)	18 (100%)	
Regurgitación	ausente	18 (100%)	18 (100%)	1,000
	Leve	0 (0%)	0 (0%)	
	moderado	0 (0%)	0 (0%)	
	severo	0 (0%)	0 (0%)	
	muy severo	0 (0%)	0 (0%)	
	Total	18 (100%)	18 (100%)	
Vómito	ausente	18 (100%)	18 (100%)	1,000
	Leve	0 (0%)	0 (0%)	
	moderado	0 (0%)	0 (0%)	
	severo	0 (0%)	0 (0%)	
	muy severo	0 (0%)	0 (0%)	
	Total	18 (100%)	18 (100%)	
Estreñimiento	ausente	17 (90%)	16 (90%)	0,317
	Leve	0 (0%)	1 (10%)	
	moderado	1 (10%)	1 (10%)	
	severo	0 (0%)	0 (0%)	
	muy severo	0 (0%)	0 (0%)	
	Total	18 (100%)	18 (100%)	
Diarrea	ausente	18 (100%)	16 (90%)	0,180
	leve	0 (0%)	1 (10%)	
	moderado	0 (0%)	0 (0%)	
	severo	0 (0%)	1 (10%)	
	muy severo	0 (0%)	0 (0%)	
	Total	18 (100%)	18 (100%)	
Flatulencia	ausente	18 (100%)	18 (100%)	1,000
	leve	0 (0%)	0 (0%)	
	moderado	0 (0%)	0 (0%)	
	severo	0 (0%)	0 (0%)	
	muy severo	0 (0%)	0 (0%)	
	Total	18 (100%)	18 (100%)	
Distensión	ausente	18 (100%)	18 (100%)	1,000
	leve	0 (0%)	0 (0%)	
	moderado	0 (0%)	0 (0%)	
	severo	0 (0%)	0 (0%)	
	muy severo	0 (0%)	0 (0%)	
	Total	18 (100%)	18 (100%)	
Dolor	ausente	18 (100%)	18 (100%)	1,000
	leve	0 (0%)	0 (0%)	
	moderado	0 (0%)	0 (0%)	
	severo	0 (0%)	0 (0%)	
	muy severo	0 (0%)	0 (0%)	
	Total	18 (100%)	18 (100%)	

Tabla IV
Evolución física de la tolerancia gastrointestinal y del hábito deposicional entre el inicio y la última visita del estudio

		Periodo del estudio		p-valor
		Inicial N(%)	En el seguimiento N(%)	
Tolerancia gastrointestinal	normal	18 (100%)	18 (100%)	1
	alteración leve	0 (0%)	0 (0%)	
	alteración moderada	0 (0%)	0 (0%)	
	alteración severa	0 (0%)	0 (0%)	
	Total	18 (100%)	18 (100%)	
Consistencia de las heces	Sin heces	12 (67%)	6 (33%)	0,035
	Normal	6 (33%)	11 (61%)	
	Líquidas	0 (0%)	0 (0%)	
	Duras	0 (0%)	1 (6%)	
Nº de deposiciones	Total	18 (100%)	18 (100%)	0,035
	0	12 (67%)	6 (33%)	
	1	5 (28%)	10 (56%)	
	3	1 (6%)	2 (11%)	
	Total	18 (0%)	18 (0%)	

Con respecto a nuestros resultados, en primer lugar cabe indicar que los principales motivos de finalización del estudio fueron la mejora del estado clínico del paciente o haber completado el estudio (17 de 18 pacientes). Siendo relevante valorar la evolución de los parámetros antropométricos entre el inicio y el final de la suplementación. Aunque el tiempo de seguimiento fue relativamente pequeño, se observó un aumento del IMC al final del estudio (tendencia significativa).

Con respecto a la tolerancia gastrointestinal durante la administración de la fórmula nutricional por parte del paciente no reveló un empeoramiento significativo en la mayoría de los parámetros evaluados. Se observó que solo entre el 10-20% de los pacientes refirieron en algunas visitas del estudio episodios leve o moderados de diarrea y/o estreñimiento. En lo referente a la tolerancia gastrointestinal evaluada por el investigador y al hábito deposicional, no se observó ningún acontecimiento gastrointestinal relevante durante el periodo de suplementación ni se relacionó la administración del tratamiento con la aparición de ningún problema digestivo. En cuanto al número de deposiciones, se observó un aumento en la mayoría de pacientes, mostrando un máximo de 2 deposiciones en la mayor parte de las visitas de seguimiento. Dicho cambio fue mayor en los tratados con antibioterapia, siendo en un 90% de estos pacientes el número de deposiciones inferior a 4 deposiciones. En este sentido cabe considerar que al inicio del estudio el 66,7% de los pacientes no ha-

Tabla V
Numero de deposiciones durante los días de seguimiento (días 1 a 15)

		<i>Antibiooterapia</i>		
		<i>No</i>	<i>Sí</i>	<i>Total</i>
Nº deposiciones el día 1	Media	,30	,63	,44
	Desviación típica	,48	1,06	,78
	Mediana	,00	,00	,00
Número deposiciones el día 2	Media	,80	1,63	1,17
	Desviación típica	,92	1,19	1,10
	Mediana	,50	1,00	1,00
Número deposiciones el día 3	Media	,70	1,50	1,06
	Desviación típica	,82	1,41	1,16
	Mediana	,50	1,00	1,00
Número deposiciones el día 4	Media	,89	1,63	1,24
	Desviación típica	,78	1,41	1,15
	Mediana	1,00	1,50	1,00
Número deposiciones el día 5	Media	1,13	2,13	1,62
	Desviación típica	1,36	1,46	1,45
	Mediana	1,00	2,00	1,50
Número deposiciones el día 6	Media	1,14	1,50	1,33
	Desviación típica	,90	1,69	1,35
	Mediana	1,00	1,00	1,00
Número deposiciones el día 7	Media	1,00	1,50	1,27
	Desviación típica	,82	1,20	1,03
	Mediana	1,00	1,50	1,00
Número deposiciones el día 8	Media	,50	1,57	1,08
	Desviación típica	,84	1,13	1,12
	Mediana	,00	1,00	1,00
Número deposiciones el día 9	Media	,33	1,14	,77
	Desviación típica	,52	,90	,83
	Mediana	,00	1,00	1,00
	Perdidos	4	1	5
Número deposiciones el día 10	Media	,60	1,86	1,33
	Desviación típica	,89	1,68	1,50
	Mediana	,00	2,00	1,50
	Percentil 25	,00	,00	,00
Número deposiciones el día 11	Media	1,00	1,43	1,27
	Desviación típica	1,15	1,51	1,35
	Mediana	1,00	1,00	1,00
Número deposiciones el día 12	Media	1,00	1,29	1,18
	Desviación típica	,82	,76	,75
	Mediana	1,00	1,00	1,00
Número deposiciones el día 13	Media	,67	,86	,80
	Desviación típica	1,15	,69	,79
	Mediana	,00	1,00	1,00
Número deposiciones el día 14	Media	1,00	1,43	1,30
	Desviación típica	1,00	1,40	1,25
	Mediana	1,00	1,00	1,00
Número deposiciones el día 15	Media	1,67	,50	,89
	Desviación típica	1,15	,55	,93
	Mediana	1,00	,50	1,00

bían realizado deposiciones, en cambio al finalizar el estudio este porcentaje se redujo al 33,4%. Este resultado sugeriría que Isosource Protein® Fibre® tendría un efecto positivo en la regulación del tránsito intestinal. Cabe indicar que ninguna de las alteraciones gastrointestinales reportadas por los pacientes produjo la modificación de la pauta de suplementación o el inicio de algún tratamiento orientado a la mejora de la tolerancia gastrointestinal del paciente. Lo que aseguró que el paciente pudo cumplir con la pauta nutricional y de esta manera alcanzar los requerimientos nutricionales.

La fórmula evaluada presenta en su composición una nueva mezcla de fibras (IS50) compuesta por fibra soluble, con una mezcla (70:30) en la relación de fructooligosacáridos (FOS) (3/g/l) e inulina (1,5g/l), siendo ambas fibras prebióticas altamente fermentables, junto con goma de acacia (3 g/l), una fibra soluble con un perfil de fermentación más lenta. El porcentaje de fibra insoluble proviene de la fibra del guisante (7,5 g/l), con hemicelulosa, celulosa y sustancias pécticas. Por tanto esta formula aporta 15 g/l, ajustándose a las recomendaciones ESPEN¹⁰ de 15-20 g/l de una mezcla de fibra soluble e insoluble.

Por otra parte se ha demostrado la ausencia de efectos deletéreos sobre la absorción de micronutrientes con las formulas enriquecidas en fibra⁹. No obstante son muchos los aspectos necesarios a seguir evaluando en este tipo de formulas, debido a la gran variedad de formulas enriquecidas en fibra que podemos tener en el mercado¹⁰, la diferente viscosidad que pueden presentar¹¹, el efecto sobre la traslocación bacteriana¹² o incluso los potenciales beneficios metabolicos secundarios a la fibra en estas formulas¹³.

Nuestro trabajo evidencia limitaciones como es la realización del estudio con una sola rama de intervención, su ejecución en medio hospitalario y su corta duración, no obstante nos muestra datos basados en la practica clinica real que sin duda son de utilidad en la actividad diaria con estos pacientes.

En conclusión, los resultados reflejan que Isosource® protein fibra es una fórmula bien tolerada con una muy baja frecuencia de síntomas gastrointestinales y una mejoría en el número de deposiciones, lo que

favorece el cumplimiento de la pauta prescrita por el profesional de la salud y sugiere un efecto positivo en la regulación del tránsito intestinal.

Referencias

1. Zaloga GP. Parenteral nutrition in adult inpatients with functioning gastrointestinal tracts: assessment of outcomes. *Lancet* 2006;367:1101-1111.
2. Kelly TW, Patrick MR, Hillman KM. Study of diarrhea in critically ill patients. *Crit Care Med* 1983;11:7-9.
3. Shankardass K, Chuchmach S, Chelswick K, et al. Bowel function of long-term tube-fed patients consuming formulae with and without dietary fiber. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1990;14:508-512
4. Slavin JL. Position of the American Dietetic Association: health implications of dietary fiber. *J Am Diet Assoc* 2008;108:1716-1731
5. Khoshoo V, Sun SS, Storm H. Tolerance of an enteral formula with insoluble and prebiotic fiber in children with compromised gastrointestinal function. *J Am Diet Assoc* 2010;110:1728-33.
6. Tolia V, Ventimiglia J, Kuhns L. Gastrointestinal tolerance of a pediatric fiber formula in developmentally disabled children. *J Am Coll Nutr* 1997;16:224-8. 7.
7. Simakachorn N, Bibiloni R, Yimyaem P, Tongpenyai Y, Varavithaya W, Grathwohl D, Reuteler G, Maire JC, Blum S, Steenhout P, Benyacoub J, Schiffrin EJ Tolerance, safety, and effect on the faecal microbiota of an enteral formula supplemented with pre- and probiotics in critically ill children. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2011;53:174-81.
8. Heymsfield SB, Roongpisuthipong C, Evert M, Casper K, Heller P, Akrabawi SS Fiber supplementation of enteral formulas: effects on the bioavailability of major nutrients and gastrointestinal tolerance. *J Parenter Enteral Nutr* 1988;12:265-73.
9. Klosterbuer A, Fariba Z, Slavin J. Benefits of dietary fiber in clinical nutrition. *Nutr Clin Pract* 2011 26: 625.
10. Van Gossum A, Cabre E, Hébuterne X, Jeppesen P, Krznaric Z, Messing B, Powell-Tuck J, Staun M, Nightingale J. ESPEN Guidelines on Parenteral Nutrition: gastroenterology. *Clin Nutr* 2009;28:415-27.
11. Gómez Candela C, de Cos Blanco AI, Iglesias Rosado C. Fiber and enteral nutrition. *Nutr Hosp* 2002;17:30-40.
12. Casas-Augustench P, Salas-Salvadó J Viscosity and flow-rate of three high-energy, high-fibre enteral nutrition formulas. *Nutr Hosp* 2009;24:492-7.
13. de Luis DA, Izaola O, de la Fuente B, Araújo K. Blood glucose and insulin responses to two hypocaloric enteral formulas in patients with diabetes mellitus type 2. *Nutr Hosp* 2013;28:600-96.



Original/Alimentos funcionales

Desarrollo de una golosina tipo “gomita” reducida en calorías mediante la sustitución de azúcares con *Stevia rebaudiana* B

Irma Aranda-González¹, Óscar Tamayo-Dzul¹, Enrique Barbosa-Martín¹, Maira Segura-Campos¹, Yolanda Moguel-Ordoñez² y David Betancur-Ancona¹

¹Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Col. Chuburna de Hidalgo Inn. Mérida, Yucatán. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo experimental Mocochoá, Mocochoá, Yucatán, México.

Resumen

Las gomitas son golosinas de consumo difundido entre personas de diferentes edades aunque principalmente por los niños. La formulación de este producto requiere azúcar que contribuye a su sabor y consistencia, aunque con el efecto indeseable de incrementar su índice glicémico y calorías provenientes de azúcares simples; se sabe que el consumo de productos con estas dos últimas características están relacionados con la obesidad infantil, la cual es una enfermedad en crecimiento a nivel mundial. La *Stevia rebaudiana* es una planta que naturalmente contiene glucósidos con alto poder endulzante y que se considera segura para su consumo. El objetivo de este trabajo fue desarrollar una golosina tipo “gomita” reducida en calorías mediante la sustitución de azúcares con *Stevia rebaudiana* B. y analizar su textura y grado de aceptación. Se elaboraron gomitas con diferente porcentaje de reducción de azúcar (-20, -40, -60, -80 y -100%) y un producto control (100% azúcar), a las cuales se evaluó su desplazamiento y deformación máxima para evaluar la elasticidad, así como la fuerza de ruptura para determinar la resistencia; aquellas gomitas con mejores parámetros de elasticidad y resistencia se les realizaron el análisis proximal y el análisis sensorial con una escala no estructurada aplicada a 90 niños escolares con edades comprendidas entre 6 y 10 años. Se desarrolló una golosina tipo “gomita” reducida en calorías con un porcentaje de sustitución de azúcar de hasta 60% con *S. rebaudiana*, cuyo nivel de agrado en niños escolares fue estadísticamente igual comparado con la gomita realizada con 100% de azúcar ($p < 0.05$).

(Nutr Hosp. 2015;31:334-340)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8013

Palabras clave: *Stevia rebaudiana*. Golosina. Gomitas. Azúcar. Reducción de calorías.

Correspondencia: David Betancur-Ancona.

Facultad de Ingeniería Química,
Universidad Autónoma de Yucatán,
Periférico Norte Km. 33.5,
Tablaje Catastral 13615, Col. Chuburna de Hidalgo Inn.
Mérida, Yucatán, C.P. 97203, México.
E-mail: bancona@uady.mx

Recibido: 29-VIII-2014.

Aceptado: 12-IX-2014.

DEVELOPMENT OF A GUMMY CANDY REDUCED IN CALORIES BY SUGAR SUBSTITUTION WITH *STEVIA REBAUDIANA* B

Abstract

The consumption of gummy candy is widespread among people of different ages but mainly by children. The formulation of this product requires sugar that contributes to their flavor and consistency, but with the undesirable effect of increase its glycemic index and its calories from simple sugars; it is known that consumption of products with these last two characteristics are related to childhood obesity, which is a worldwide growing disease. *Stevia rebaudiana* is a plant that naturally contains glycosides with high sweetening power and it is considered safe for consumption. Therefore the aim of this work was to develop a gummy candy reduced in calories by replacing sugar with *Stevia rebaudiana* B., and analyzes its texture and acceptability. Gummy candy were prepared with different percentage of sugar reduction (-20, -40, -60, -80 and -100%) and a product control (100% sugar); gummy elasticity was assess by displacement and maximum deformation, whereas resistance was evaluated by breaking strength; those gummies with better elasticity and resistance parameters underwent proximate analysis and sensory evaluations with a unstructured scale applied to 90 school children aged between 6 and 10 years old. A gummy candy reduced in calories with 60% sugar substitution with *S. rebaudiana* was developed; the level of satisfaction in school children was statistically the same respect to the gummy made of 100% sugar ($p < 0.05$).

(Nutr Hosp. 2015;31:334-340)

10.3305/nh.2015.31.1.8013

Key words: *Stevia rebaudiana*. Candy. Gummy. Sugar. Reduced calories.

Abreviaturas

ELN: Extracto Libre de Nitrógeno.

AOAC: Asociación de Químicos Analíticos Oficiales.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

FDA: Agencia de Alimentos y Medicamentos.

Introducción

Los productos de confitería son aquellos que, por definición, están elaborados principalmente con sacarosa, glucosa, fructosa, lactosa o combinaciones de estos azúcares y se agrupan en: caramelo duro, caramelo suave, gomas y jaleas, rellenos, malvaviscos, tabletas, pastillas, gomas de mascar y chocolate¹. Entre los productos de confitería, las gomitas se encuentran en segundo lugar en ventas dada la cantidad de texturas, sabores y formas distintas que poseen². La elaboración tradicional de gomitas incluye altas cantidades de sacarosa y jarabe de glucosa combinado con un agente gelificante, comúnmente conocido como gelatina, junto con ácidos, aromas y colorantes³.

Entre los ingredientes empleados para hacer las gomitas, los edulcorantes son un factor importante para lograr la aceptación de consumidor, tanto por su capacidad endulzante como su efecto sobre la viscosidad, textura y humectación del producto entre otros⁴. Por motivos económicos y reológicos, la sacarosa es el endulzante que se utiliza con mayor frecuencia¹, sin embargo, su uso presenta varios inconvenientes para la salud dado su alto índice glicémico que está correlacionado con el síndrome metabólico, diabetes mellitus, obesidad, hipertensión, caries y enfermedades cardiovasculares⁵.

Por esta razón, en los últimos años se han comenzado a utilizar edulcorantes artificiales en lugar de la sacarosa para la elaboración de productos de confitería. Sin embargo aunque estos compuestos contienen pocas o ninguna caloría, existe un aspecto importante como es la inocuidad de su consumo. En este sentido, en la industria alimentaria el interés se ha centrado en utilizar edulcorantes naturales^{6,7} para la producción de gomitas con un valor añadido y en este contexto, la *Stevia rebaudiana* Bertoni es una opción idónea ya que es una planta que contiene glucósidos de esteviol con alto poder edulcorante (200-300 veces más que el azúcar), sin contenido calórico y que están considerados como generalmente seguros (GRAS por sus siglas en inglés) por la Agencia de Alimentos y Drogas en Estados Unidos (FDA por sus siglas en inglés)⁸.

Los extractos elaborados con *Stevia rebaudiana* Bertoni tienen muchas aplicaciones como edulcorantes en la elaboración de bebidas a base de fruta y leche, refrescos, helados, yogur, golosinas, panes, productos de confitería, productos a base de fruta, productos marinos procesados, encurtidos, etc.^{2, 6, 7, 9}

Así como simple edulcorante de mesa o complementos dietéticos¹⁰.

Por otra parte, si bien los consumidores de productos de confitería pueden ser de todas las edades, los niños representan el principal mercado de este tipo de productos. Sin embargo, la obesidad infantil actualmente ha alcanzado cifras preocupantes¹¹ y se sabe que esta enfermedad está relacionada con consumo no moderado de golosinas excesivamente dulces como caramelos, jaleas etc., que contienen una cantidad muy elevada de azúcares refinados, aunque éstos no sea su causa única¹².

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue desarrollar una golosina tipo “gomita” reducida en calorías mediante la sustitución de azúcares con *Stevia rebaudiana* B. y analizar su textura y grado de aceptación.

Materiales y métodos

Preparación del extracto de S. rebaudiana Morita II

Se obtuvo el extracto de hojas de *Stevia rebaudiana* B., variedad Morita II, cultivada en la península de Yucatán, México. Las hojas obtenidas fueron secadas a la sombra y pulverizadas en molino Willey (Thomas Scientific, NJ, E.E.U.U) con malla de 1mm y almacenadas protegidas de la luz solar hasta su uso posterior. Para realizar el extracto se siguió la metodología de Woelwer-Rieck y colaboradores¹³. Se pesó 500 mg de hojas de *Stevia* y se agregó 5 mL de agua; se calentó a baño María a 100 °C (Cole-Parmer, E.E.U.U.) durante 30 minutos y se dejó enfriar a temperatura ambiente; posteriormente se centrifugó durante 10 minutos a 2,500 x g a 10 °C (Z 300 K, Hermle Labortechnik, Alemania); se decantó el sobrenadante y al residuo sólido nuevamente se agregó 5 mL de agua y se repitió el procedimiento dos veces más. La fase acuosa obtenida de las tres extracciones se aforó en un matraz volumétrico de 25 mL, se filtró con papel filtro y es el que fue empleado para la formulación de las gomitas.

Preparación de las gomitas

Se prepararon gomitas con diferente porcentaje de reducción de azúcar (-20, -40, -60, -80 y -100%) y como producto control se emplearon gomitas con 100% azúcar. Para ello, la grenetina se disolvió en agua en una proporción 1:2 (p/p) hasta obtener una mezcla homogénea. El azúcar se disolvió en otra parte de agua, la cual se calentó en una placa de calentamiento hasta la obtención de un jarabe. El jarabe se mezcló con la grenetina, seguido del saborizante, colorante y extracto de *Stevia* hasta obtener una mezcla homogénea, en las cantidades según se muestran en la tabla I. La mezcla final se vació en moldes de silicón con forma cilíndrica, los cuales se almacenaron a 4°C

Tabla I
Formulación de las gomitas según el grado de reducción de azúcar con extracto de *S. rebaudiana*

Ingrediente	Porcentaje de reducción de azúcar (%)					
	0	20	40	60	80	100
Grenetina (g)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Agua (ml)	15	15	15	15	15	15
Azúcar (g)	10	8	6	4	2	0
Mezcla saborizante (g)	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
Colorante (gotas)	2	2	2	2	2	2
Extracto (ml)	0	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75

durante 12 horas. Las muestras fueron removidas del molde y se determinó la textura (elasticidad y resistencia), composición proximal y contenido calórico.

Análisis de textura: elasticidad y resistencia

Para evaluar la textura de las gomitas se utilizó una Máquina Universal de Pruebas modelo 4411 (Instron). Las gomitas en forma de cubos de 2.4 cm³ fueron colocadas en la base del equipo y se midió la deformación máxima (%) y desplazamiento máximo (mm) para evaluar la elasticidad, mientras que la resistencia fue determinada con la fuerza de ruptura. Para estimar la elasticidad y resistencia a la compresión se utilizó una celda de carga de 50 N y una probeta de 11.28 mm de diámetro.

Análisis proximal

Se realizó el análisis proximal de las diferentes formulaciones basado en las metodologías propuestas por la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales¹⁴. Brevemente, la humedad (método 925.09) se determinó mediante el secado de la muestra en un horno de convección a 110 °C durante 4 horas; las cenizas (método 923.03) se cuantificaron por la combustión de la muestra a 550 °C durante 2 horas en una mufla; el contenido de proteína cruda (método 954.01) se determinó por el método Kjeldahl (N x 6.25); la fibra cruda (método 962.09) se determinó posterior a la digestión secuencial ácida (H₂SO₄) y alcalina (NaOH), mientras que la grasa extraída por hexano durante una hora fue cuantificada por el método 920.39; finalmente, el contenido de hidratos de carbono se estableció por diferencia y se expresó como extracto libre de nitrógeno (E.L.N).

El contenido energético de las gomitas fueron expresadas en kilocalorías (kcal) y todos los valores nutricionales fueron calculados a partir de la formulación de las gomitas empleando el software AXXYA Systems Nutritionist Pro.

Evaluación sensorial

Un panel de 90 niños con edades comprendidas entre 6 y 10 años de edad, fueron encuestados para determinar su grado de satisfacción sobre el producto en una escala no estructurada (Fig. 1). Las muestras analizadas fueron -40% y -60% de azúcar sustituida con *Stevia* así como las gomitas control (100% azúcar), debido a que presentaron una textura, elasticidad y resistencia adecuadas. Los niños encuestados indicaron el nivel de agrado o desagrado marcando en la escala su opinión; la variable respuesta fue el nivel de satisfacción de los productos y se analizó sobre la base de un diseño estadístico con una distribución completamente al azar.

Consideraciones éticas

Este estudio fue conducido de acuerdo con los lineamientos de la Declaración de Helsinki (2013), donde los padres de familia dieron su consentimiento informado para que sus hijos participen y estuvieron presentes en todo momento durante la evaluación sensorial.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó por análisis de varianza de una vía con ayuda del paquete estadístico Statgraphics plus versión 5.0, donde las diferencias se consideraron significativas con un valor de $p < 0.05$.

Resultados y discusión

Análisis de textura: elasticidad y resistencia

Una vez elaboradas las gomitas de acuerdo al procedimiento descrito anteriormente, se realizó el análisis

Nombre del producto: Golosina tipo "gomita".

Nombre: _____

Fecha: _____

Pruebe el producto que se presenta a continuación, e indique con una cruz sobre la línea que describa mejor su opinión sobre el producto que acaba de probar.

Nivel de agrado

← Me disgusta mucho Ni me gusta ni me disgusta Me gusta mucho →

Fig. 1.—Escala no estructurada (20). La línea que une los dos extremos de agrado "Me disgusta mucho-Me gusta mucho" tenía una longitud conocida de 10 cm.

Tabla II
Evaluación de los parámetros de textura de las gomitas reducidas en azúcar con extracto de *S. rebaudiana*

Porcentaje de reducción de azúcar (%)	Parámetros		
	Desplazamiento máx. (mm)	Deformación máx. (%)	Carga máx. (kgF)
Control (100% azúcar)	14.34 ^a	87.625 ^a	1.0555 ^a
-20	20.27 ^a	61.215 ^b	1.00735 ^a
-40	13.065 ^a	62.215 ^b	0.86455 ^b
-60	13.76 ^a	65.525 ^b	0.87195 ^b
-80	13.78 ^a	64.52 ^b	0.90935 ^b
-100	14.12 ^a	66.05 ^b	0.6658 ^c
Gomitas comerciales ("Panditas [®] ")	8.00	100	1.1910

Letras diferentes (a-c) en una misma columna denotan diferencias significativas con un valor de $p < 0.05$.
Las gomitas comerciales se establecen sólo como valor de referencia y no fueron incluidas en el análisis estadístico.

Tabla III
Información nutrimental de las gomitas según grado de sustitución de azúcar en 100 g de producto

Composición proximal	Porcentaje de reducción de azúcar (%)			
	Producto comercial "Panditas" [®]	Control (100% azúcar)	-40%	-60%
Kilocalorías (Kcal)	317.8	164.22	124.84	99.41
Proteína (g)	6	4.82	5.67	6.22
Carbohidratos totales (g)		37.55	26.51	19.39
Fibra dietética total (g)	0.4	0.000	0.000	0.000
Azúcar total (g)	51.1	37.525	26.495	19.376
Grasa total (g)	0.0	0.006	0.007	0.007
Colesterol (mg)	0.0	0.000	0.000	0.000
Grasa saturada (g)	0.0	0.004	0.005	0.005
Grasa monosaturada (g)	0.0	0.003	0.004	0.004
Grasa poliinsaturada (g)	0.0	0.001	0.001	0.001
Ácidos grasos trans (g)	0.0	0.000	0.000	0.000

de resistencia y elasticidad, obteniéndose los resultados presentados en la tabla II.

Como se observa en la tabla II, las gomitas con diferentes grados de sustitución de azúcar tuvieron un desplazamiento máximo similar al grupo control, aunque un porcentaje de deformación menor ($p < 0.05$). Respecto a la resistencia medida como la carga máxima, las gomitas con -40%, -60% y -80% fueron similares entre sí pero con un valor menor respecto al grupo control; aquellas totalmente sin azúcar (-100%) tuvieron una resistencia menor que el grupo control y que todos los otros niveles de sustitución.

Sólo como punto de comparación, se analizaron unas gomitas comerciales que también son a base de gretina las cuales poseen una dureza mucho mayor (Tabla II) y que puede deberse a mayor presencia de azúcares y gretina como lo expresa su etiquetado nutrimental (Tabla III).

Después de la evaluación de textura, todas las gomitas fueron degustadas por el equipo formulador y se encontró que aquellas gomitas con una reducción del -80% y -100% de azúcar tuvieron un ligero resabio amargo, debido a la *Stevia* por la presencia del esteviosido¹⁰, que no era percibido en los otros niveles menores de sustitución. Más aún, el color de las gomitas se modificó como consecuencia de la presencia de *Stevia* y la viscosidad era visiblemente menor en estos casos. Se sabe que el azúcar interviene en el desarrollo de geles y los hace estables¹, por lo cual en los niveles más altos de sustitución se obtuvieron gomitas más blandas, característica que podía afectar directamente la aceptación del producto. Tomando todo lo anterior en consideración, se decidió evaluar proximal y sensorialmente las gomitas con la mayor sustitución de azúcar pero que conservara las características organolépticas de la gomita control, esto es aquellas con -40% y -60% de azúcar sustituida con *Stevia*.

Análisis proximal

Con relación al análisis proximal, por la naturaleza de los ingredientes usados en la formulación del producto, ninguno de ellos aporta compuestos grasos o cenizas de manera importante (Fig. 2). Según la norma mexicana, una gretina pura comestible puede llegar a aportar un máximo de 0.2% de grasa¹⁵ lo cual coincide con lo encontrado en este trabajo.

El ligero incremento en el contenido de fibra presente en las gomitas reducidas en azúcar (Fig. 2) puede deberse a que la extracción acuosa de *Stevia* proviene directamente de hojas secas previamente molidas, que tienen hasta 15.9% de fibra cruda¹⁶ y que a pesar de centrifugar el extracto y filtrarlo, pequeñas partículas de la hoja lograron permanecer en el mismo.

Por otra parte, un ingrediente importante de las gomitas como es la gretina es de naturaleza proteica por lo que el incremento en base seca que se

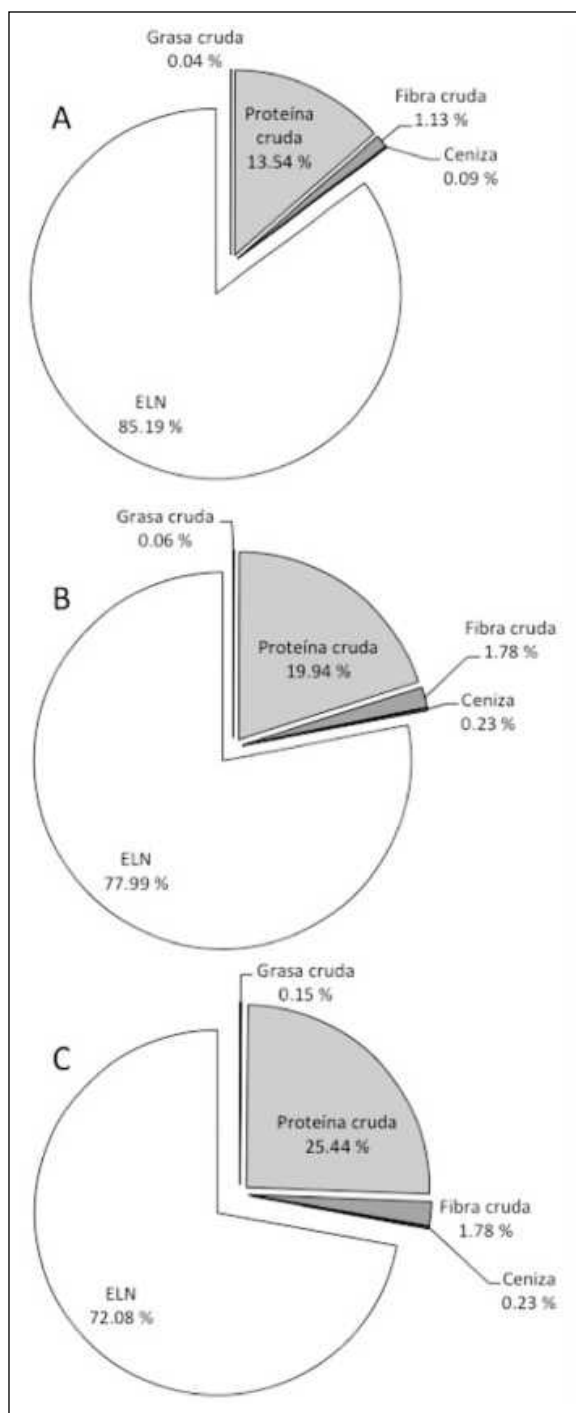


Fig. 2.—Composición proximal de golosinas tipo “gomitas” con diferente contenido de azúcar. Los datos representan el porcentaje en base seca de (A) gomitas control hechas con 100% azúcar, (B) gomitas con 40% menos azúcar y (C) gomitas con 60% menos azúcar. ELN: Extracto Libre de Nitrógeno.

observa en la figura 2 se debe al efecto directo de la reducción del azúcar en la formulación del producto. Finalmente el extracto libre de nitrógeno (ELN), el cual se calcula restando al 100% los porcentajes calculados para cada nutrimento¹⁷, representa todos los

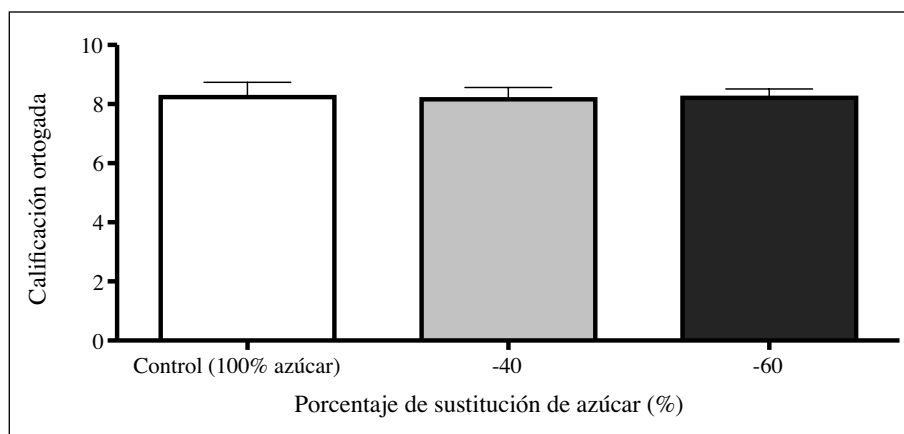


Fig. 3.—Nivel de agrado de las gomitas según porcentaje de sustitución de azúcar. Los datos representan la media \pm D.E. de la calificación otorgada ($n=90$ niños de 6-10 años de edad) a cada producto utilizando una escala no estructurada (Fig. 1). No se encontraron diferencias significativas entre los grupos.

nutrientes no evaluados con los métodos dentro del análisis proximal y está constituido principalmente por hidratos de carbono digeribles, aunque también incluye compuestos en menor proporción como vitaminas y demás compuestos orgánicos solubles no nitrogenados. Como era de esperarse, éste disminuye conforme se reduce la cantidad de azúcar presente en las gomitas (Fig. 2).

El contenido calórico de las gomitas fueron calculados a partir de la formulación del producto y con la ayuda del software AXXYA Systems Nutritionist Pro. La energía se expresó en kilocalorías (kcal) y los valores obtenidos en 100 gramos de producto son los que se muestran en la tabla III. Como se puede observar en la tabla III, el contenido de azúcares y por ende, el contenido calórico disminuyen conforme aumenta el grado de sustitución de azúcar.

En comparación con una marca comercial de gomitas, el alto contenido de azúcar presente (51.1g/100g) hace que tenga un mayor contenido calórico de casi el doble que las gomitas control elaboradas (100% azúcar) y más de tres veces en comparación de aquellas con -60% azúcar (Tabla III). Con el 60% de sustitución de azúcar, se logró un producto reducido en calorías como lo define la Norma Oficial Mexicana el cual “es aquel donde el contenido de calorías es al menos un 25% menor en relación al contenido de calorías del alimento original o de su similar”¹⁸ el cual tiene 39.5% menos calorías que las gomitas control (100% azúcar), aunque si se toma como referencia las gomitas comerciales con 317.8 kcal/100g (Tabla III) ambos niveles de sustitución resultaron en un producto reducido en calorías.

En este sentido, una golosina de alto consumo como son las gomitas con menor cantidad de azúcar y kilocalorías pero mayor contenido proteína resultan benéficas para la salud. Se sabe que el azúcar está relacionado con enfermedades crónicas como la obesidad y las diabetes y que las proteínas son esenciales para el crecimiento, desarrollo, la reproducción, la actividad celular, el metabolismo, la actividad intelectual y física¹⁹.

Evaluación sensorial

Para la evaluación sensorial, se evaluaron las gomitas con un nivel de reducción de azúcar -40% y -60%, así como las gomitas control (100% azúcar). A las encuestas realizadas se midió el nivel de agrado marcado y esto se consideró como la calificación otorgada a cada producto (escala 10). Estos valores se promediaron y se realizó una comparación múltiple para determinar cuáles medias fueron significativamente diferentes de otras.

Como se observa en la figura 3, no existen diferencias significativas ($p>0.05$) entre las gomitas evaluadas, independientemente del nivel de sustitución de azúcar. Este resultado es algo positivo ya que implica que se puede reducir hasta un 60% de azúcar sin que esto repercuta en el nivel de aceptación en niños escolares.

Conclusión

Se desarrolló una golosina tipo “gomita” reducida en calorías con un porcentaje de sustitución de azúcar de 60%, con una elasticidad y resistencia aceptable y cuyo nivel de agrado en niños escolares no fue significativamente diferente de la gomita realizada con 100% de azúcar.

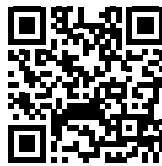
Agradecimientos

Los autores agradecen el financiamiento otorgado por el Programa de Mejoramiento al Profesorado PROMEP-SEP, a la Fundación Educación Superior Empresa (FESE) y a los Fondos Fiscales-INIFAP.

Referencias

1. Jackson EB. Sugar confectionery manufacture. Glasgow: Blackie; 1990.
2. Periche A, Heredia A, Escrache I, Andrés A, Castelló ML. Optical, mechanical and sensory properties of based-isomaltulose gummy confections. *Food Bioscience*. 2014;37-44.

3. Marfil P, Anhe A, Telis V. Texture and microstructure of gelatin/corn starch based gummy confections. *Food Biophysics*. 2012;7:236-43.
4. Reyo-Herrera A, Macías-Ojeda DA, Soto-Alvarado M, Ortíz-Palma Pérez JD. Desarrollo de formulaciones de productos de confitería de bajo aporte calórico utilizando alcoholes polihídricos como edulcorantes. XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos; 27 y 28 de mayo de 2010; Guanajuato, Gto. México.
5. Brand-Miller J, Hayne S, Petocz P, Colagiuri S. Low-glycemic index diets in the management of diabetes: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes Care*. 2003;26(8):2261-7.
6. Agarwal V, Kochhar A, Sachdeva R. Sensory and nutritional evaluation of sweet milk products prepared using Stevia powder for diabetics. *Ethno Med*. 2010;4(1):9-13.
7. Hamzeluie M, Mirzayu H, Ghorbani M. Evaluation effects of evaluation of sugar replace by glycosidic sweeteners of Stevia on the peroxide index in biscuit. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. 2009;16(1A):1-5.
8. JECFA. Steviol glycosides. *JECFA Monographs* (pp. 17-21). FAO; 2010.
9. Alizadeh M, Azizi-Lalabadi M, Kheirouri S. Impact of using Stevia of physicochemical, sensory, rheology and glycemic index of soft ice cream. *Food and Nutrition Sciences*. 2014;5:390-6.
10. Goyal SK, Samsher, Goyal RK. Stevia (Stevia rebaudiana) a bio-sweetener: a review. *Int J Food Sci Nutr*. 2009;61(1):1-10.
11. Gutiérrez JP, Rivera J, Shamah T, Villalpando S, Franco A, Cuevas L, Romero M, Hernández M. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública. 2012
12. ADA. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*. 2010;33 Suppl 1:S62-9.
13. Woelwer-Rieck U, Lankes C, Wawrzun A, Wüst M. Improved HPLC method for evaluation of the major steviol glycosides in leaves of Stevia rebaudiana. *Eur Food Res Technol*. 2010;231:581-8.
14. AOAC. Official Methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists (Vol. 15th). Washington, D.C. USA: Editorial William Horwitz; 1997
15. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (2001). Norma Mexicana NMX-F-043-NORMEX-2001. Alimentos para humanos. Calidad para galletina pura comestible. Estados Unidos Mexicanos, México; 1970.
16. Shivanna N, Naika M, Khanum F, Kaul V. Antioxidant, anti-diabetic and renal protective properties of Stevia rebaudiana. *Journal of Diabetes and its complications*. 2013;27(2):103-13.
17. FAO. *Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe*. Recuperado el 22 de noviembre de 2013, de Composición de Alimentos de América Latina: <http://www.rlc.fao.org/en/about-fao/what-we-do/statistics/composicion-alimentos/componentes/>
18. Secretaría de Salud (1994). Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994, bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales. Estados Unidos Mexicanos, México, D.F.
19. Aráuz A. Recomendaciones nutricionales en Diabetes Mellitus Tipo 2. *Fármacos*, 1999;12(101-108).
20. Pedrero, D., & Pangborn, R. *Evaluación sensorial de los alimentos: métodos analíticos*. Mexico: Alhambra mexicana; 1989.



Original/*Ancianos*

Indicadores de estrés oxidativo en suero y comportamiento alimentario en adultos de una zona rural de Jalisco, México

Mónica Navarro-Meza^{1,2}, Omar Arroyo-Helguera⁵, Fermin Pacheco-Moisés^{3,4}, Maria Luisa Pita-López¹, Felipe Santoyo-Telles¹ y Genaro G. Ortiz³

¹Departamento de Salud y Bienestar, Laboratorio de Biología Molecular e Inmunología, Centro Universitario del Sur, Universidad de Guadalajara, Ciudad Guzmán, Jalisco. ²Centro de Investigación en Comportamiento alimentario (CICAN) Centro Universitario del Sur, Universidad de Guadalajara. ³División de Neurociencias, Centro de Investigación Biomédica de Occidente del Instituto Mexicano del Seguro Social, Guadalajara, Jalisco. ⁴Departamento de Química, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco. ⁵Laboratorio de Ecología y Salud, Instituto de Salud Pública, Universidad Veracruzana, México.

Resumen

Introducción: El comportamiento alimentario establece la relación del ser humano con la alimentación, comprende hábitos alimentarios que podrían intervenir en el desarrollo del estrés oxidativo.

Objetivos: Evaluar la relación de indicadores de estrés oxidativo (lipoperóxidos) y capacidad antioxidante (ácido ascórbico, catalasa, superóxido dismutasa) con el comportamiento alimentario en adultos que residen en Teocuitatlán de Corona, Jalisco, México.

Método: Estudio observacional, descriptivo, transversal, comparativo de 44 adultos de 43 a 88 años de edad. Se aplicó un instrumento de comportamiento alimentario. Los resultados del cuestionario se relacionaron con los indicadores de estrés oxidativo. Se utilizó estadística descriptiva, distribución de frecuencias y análisis de co-varianza con ajuste de variables, se consideró una significancia de $p < 0.05$.

Resultados: Los valores de lipoperóxidos en suero se relacionaron a las siguientes conductas: considerar el contenido nutrimental como factor más importante al elegir el alimento ($p=0.042$), desagrado por lácteos ($p=0.027$), ingesta de dulces entre las comidas ($p=0.001$), inclusión habitual de verduras y ensaladas en la comida principal ($p=0.018$). No se encontró relación significativa de los valores de cantidad total de ácido ascórbico, colesterol en lipoproteínas de baja densidad y actividades enzimáticas de catalasa y superóxido dismutasa con las conductas alimentarios analizados.

Discusión: Los hábitos y conductas de alimentación analizados pueden intervenir en el desarrollo del estrés oxidativo y presentar un efecto protector o perjudicial hacia las complicaciones de enfermedades crónicas no transmisibles y el envejecimiento de esta población. Se

LEVELS OF OXIDATIVE STRESS IN SERUM AND DIETARY BEHAVIOR IN ADULTS IN A RURAL AREA OF JALISCO, MEXICO

Abstract

Introduction: The feeding behavior establishes a relation of humans with food, includes food habits that could be involved with oxidative stress.

Objective: To evaluate the relation of indicators of oxidative stress (lipid peroxides) and antioxidant (ascorbic acid, catalase, superoxide dismutase) with feeding behavior in adults of Teocuitatlán Corona, Jalisco, Mexico.

Method: Study observational, descriptive, cross-sectional of 44 adults with 43 to 88 years, was used a instrument of feeding behavior. The questionnaire were related to indicators of oxidative stress. Were used descriptive statistics, frequency distribution and analysis of covariance with adjustment variables, was considered significant $p < 0.05$.

Results: The values of serum lipid peroxides were related to behaviors: consider the nutritional content as most important when choosing food ($p = 0.042$), dislike milk ($p = 0.027$), intake of sweets between meals ($p = 0.001$), habitual inclusion of vegetables and salads in main meal ($p = 0.018$). We do not found association in to values of ascorbic acid, cholesterol in low density lipoproteins and enzymatic activities of catalase and superoxide dismutase with food behaviors.

Discussion: The feeding behaviors analyzed in this study may be involved with development of oxidative stress and could be have protective or harmful effect in development to complications of chronic non-com-

Correspondence: Mónica Navarro Meza.

Laboratorio de Biología Molecular e Inmunología.
Centro de Investigación en Comportamiento alimentario (CICAN).
Centro Universitario del Sur, Universidad de Guadalajara.
Av. Enrique Arreola Silva No. 883, Colonia Centro.
49000. Ciudad Guzmán, Jalisco. México.
E-mail: monica.navarro@cusur.udg.mx

Recibido: 19-VII-2014.

Aceptado: 16-VIII-2014.

sugiere profundizar en aspectos sociodemográficos y socioculturales de la región, además de integrar un análisis de consumo de alimentos y de marcadores metabólicos relacionados con la alimentación.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:341-350)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7824

Palabras clave: *Comportamiento alimentario. Hábitos alimentarios. Estrés oxidativo. Adultos. Área rural*

Abreviaturas:

CAT: Catalasa.
ECNT: Enfermedades Crónicas No Transmisibles .
EQ: Equivalentes.
ENSANUT: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición.
PRF: potencial reductor ferrico.
HCL: Ácido Clorhídrico.
INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
IMC: Índice de Masa Corporal.
Kcal: Kílocarorias.
LDL: Colesterol en lipoproteínas de baja densidad.
MDA. Malondialdehído.
MTT: (bromuro de 3-(4,5-dimetiltiazol-2-il)-2,5-difeniltetrazolio.
OMS: Organización Mundial de la Salud.
PH: Potencial de Hidrógeno.
SDO: Superóxido Dismutasa.
SSJ: Secretaría de Salud Jalisco.
TRIS: Tri (hidroximetil) aminometano.

Introducción

El comportamiento alimentario establece la relación del ser humano con la alimentación, integra todas aquellas conductas como producción, preparación, motivos, periodos de consumo del alimento, etc., las cuales a su vez comprenden hábitos alimentarios¹. La alimentación equilibrada es un factor esencial para el mantenimiento de un estado saludable y contribuye en la prevención e intervención de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT)^{2,3}. Los hábitos alimentarios inadecuados son factores de riesgo importantes para el desarrollo de ECNT en adultos, lo que repercute en su calidad de vida³. La modificación de la dieta y de los estilos de vida se ha asociado con la disminución del riesgo y prevención de ECNT⁴. En México, se ha reportado que los adultos que viven en zonas rurales presentan una ingesta mayor de fibra y un menor consumo de grasas; además que presentan niveles bajos de colesterol y de insulina en comparación con los adultos que residen en zonas urbanas⁵. Los hábitos inadecuados como el sedentarismo, la poca o nula actividad física se relaciona con el sobrepeso y la obesidad, lo que se asocia con niveles socioeconómicos bajos⁶. Un común denominador del sobrepeso y la obesidad es el estrés oxidativo⁷; mecanismo que indica el estado celular en el que se altera la homeostasis óxido-reducción, es decir cuando la producción de especies reactivas de oxígeno

municable diseases and aging in this population. This suggests to analyze demographic and socio-cultural aspects of region and besides analyzing the consumption and metabolic markers related to food.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:341-350)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7824

Key words: *Eating behavior. Food habits. Oxidative stress. Adults. Rural area.*

y de nitrógeno exceden su eliminación por la acción de moléculas o enzimas antioxidantes⁸. Se ha propuesto que las conductas alimentarias podrían relacionarse con el estrés oxidativo, por ejemplo, el consumo de alimentos con alto índice glucémico se asocia con niveles elevados de la oxidación de lípidos de membrana (lipoperoxidación)⁹. Asimismo, se conoce que las enzimas antioxidantes endógenas como la superóxido dismutasa y la catalasa son estimuladas por la ingesta de minerales y vitaminas¹⁰. Hábitos, como el ejercicio moderado se relaciona con un estado saludable y presenta un papel importante en la regulación de la capacidad antioxidante, por ejemplo, la práctica de rutinas como el "TAI CHI" y la caminata al aire libre presentan una disminución en los indicadores de estrés oxidativo en adultos¹¹.

El grupo de los adultos a nivel mundial representa una población en crecimiento, y este aumento es mayor en países en vías de desarrollo¹². Dicho cambio demográfico se ha relacionado con una modificación significativa en conductas alimentarias¹³; la transición en los hábitos alimentarios afecta a la situación nutricional de este grupo de edad¹⁴. Los cambios en el comportamiento alimentario de los adultos influyen sobre su estado de salud y pueden afectar sus actividades diarias y su calidad de vida¹⁵. Datos epidemiológicos en México refieren que los adultos presentan un incremento en problemas de salud como sobrepeso, obesidad, diabetes mellitus tipo 2¹⁶, alteraciones relacionadas con el comportamiento alimentario. A nuestro conocimiento no existen estudios donde se analicen las probables relaciones del comportamiento alimentario de adultos que residen en zonas rurales de México con los indicadores de estrés oxidativo.

Objetivo

Evaluar la relación de los indicadores de estrés oxidativo (lipoperóxidos) y capacidad antioxidante (ácido ascórbico, catalasa, superóxido dismutasa) con el comportamiento alimentario en adultos que residen en Teocuitatlán de Corona, Jalisco, México.

Métodos

Diseño del estudio

El presente estudio fue observacional, transversal y comparativo, para la realización de esta investiga-

ción, se tomó en cuenta la declaración de Helsinki y el Reglamento de la Ley general de salud de México en materia de investigación. El trabajo metodológico fue presentado aprobado y aceptado ante el comité de ética y de investigación de la región sanitaria VI de la Secretaría de Salud Jalisco (SSJ), que va de acuerdo al cumplimiento de los criterios metodológicos y éticos de la *Norma Técnica 314* para registro y seguimiento en materia de investigación en salud. Adicionalmente, se cuidó la integridad y seguridad de los adultos incluidos en la toma de las muestras y resultados de laboratorio, se realizó la coordinación con el centro de salud de la localidad para su manejo y seguimiento.

Sujetos

Se estudió una muestra de 44 adultos con un rango de edad de 43 a 88 años. Los adultos asistieron al Servicio de Atención en la Secretaría de Salud en Teocuitatlán de Corona Jalisco. Todos los participantes recibieron detalladamente la información acerca del estudio y firmaron carta de consentimiento. Los criterios de inclusión fueron adultos de 40-90 años que residen en Teocuitatlán y que acuden al Centro de atención en Salud. Los criterios de exclusión fueron adultos que no residen en dicho municipio. Los criterios de eliminación fueron aquellos donde los cuestionarios se llenaron de manera incorrecta o incompletos. Las variables de estudio fueron los indicadores de estrés oxidativo (niveles de lipoperoxidos) y capacidad antióxidante: (ácido ascórbico, superóxido dismutasa y catalasa), lipoproteínas de baja densidad (LDL) y el comportamiento alimentario, analizado mediante el instrumento¹⁷.

Procedimiento

Recolección de datos

A los adultos que acudieron al servicio de atención en salud se les explicó en qué consistía el estudio y se les invitó a participar. La recolección de datos se realizó de la siguiente manera: se aplicó el cuestionario comportamiento alimentación¹⁷, anexo 1. El cual fue aplicado y llenado por un profesional en el área de nutrición. Se analizaron grupos de edad de 47-57, 58-68, 69-79 y 80-90 años. La muestra fue recolectada del periodo de septiembre de 2013 a enero de 2014.

Evaluaciones e instrumentos

Historia Clínica

Se utilizó el formato de historia clínica que operan los centros de atención, SSJ, la cual fue aplicada por

el especialista; con base a este formato se obtuvieron los datos sociodemográficos del paciente como: edad, género, escolaridad, consumo de alcohol, tabaco y antecedentes familiares.

Parámetros antropométricos

La exploración de los datos antropométricos fue efectuado por un especialista en el área de la nutrición, se registró el peso corporal y la talla, para obtener el Índice de Masa Corporal (IMC), el cual fue clasificado de acuerdo con los criterios de corte que reporta la Organización Mundial de la Salud (OMS): desnutrición (IMC <18.5); normal (18.5 a 24.9); sobrepeso (25.0 a 29.9); obesidad (≥ 30.0) (12). Para la medición de talla y peso se empleó una báscula clínica con estadímetro, la cual permite registrar estatura hasta 1.95 metros y peso hasta 160 kilogramos.

Cuestionario de comportamiento alimentario

A los adultos incluidos en este estudio se les aplicó el cuestionario de comportamiento alimentario validado para población mexicana¹⁷, anexo 1. Estos datos fueron registrados en una base de datos para su posterior análisis.

Evaluaciones Bioquímicas

Determinación de lipoperoxidos

Se utilizó el Kit de Oxford Bimedical Research Inc. (Producto No. FR12) para la determinación de los productos de oxidación lipídica: malondialdehído (MDA) y 4-hidroxi-alquenos, en suero. Brevemente a 100 μL de muestra se le adicionó 325 μL del reactivo N-metil-2-fenilindol y 75 μL de ácido metanel-sulfónico, posteriormente se incubaron las muestras a 45°C durante 30 min. Enseguida las muestras fueron centrifugadas a 3500 rpm durante 10 minutos a 4°C. Se tomó una alícuota de 200 μL del sobrenadante y se registró la absorbancia de las muestras a una longitud de onda de 586 nm. Se efectuó una curva estándar con concentraciones conocidas de 1,1,3,3-tetrametoxipropano en Tris- ácido clorhídrico (HCL).

Determinación de la actividad Catalasa (CAT)

La actividad de CAT se determinó mediante un ensayo colorimétrico utilizando el método de Sinha¹⁸. Brevemente, a 5 mL de sangre se le agregó: 1 mL de amortiguador de fosfatos 0.01 M (pH 7.0), 500 μL de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) 2M, 400 μL de agua destilada y 100 μL de amortiguador de lisis de eritrocitos, posteriormente se incubó durante 1 minuto a 37°C.

Para detener la reacción se agregó dicromato de potasio en ácido acético 2M (5% de dicromato de potasio y ácido acético glacial 1:3). Enseguida se incubó la muestra a 100 °C durante 10 minutos y se dejó enfriar a temperatura ambiente. Finalmente, 250 μ L de cada muestra se colocaron en una microplaca estéril de 96 pozos y se cuantificó a una absorbancia de 620 nm.

Determinación de la actividad Superóxido dismutasa (SOD)

La actividad de SOD en los eritrocitos se realizó por el método descrito por Madesh y Balasubramanian¹⁹. En una microplaca se agregaron 100 μ L de la muestra de sanguínea, 100 μ L de amortiguador Tri (hidroximetil) aminometano, (TRIS) 10mM, posteriormente se agregó pirogalol 2 mM (con la finalidad de generar aniones superóxido), tetrazolio 24 mM y bromuro de 3-(4,5-dimetiltiazol-2-il)-2,5-difeniltetrazolio (MTT). La microplaca se incubó por 10 minutos y posteriormente el contenido se disolvió con 100 μ L de dimetil sulfoxido. Se cuantificó la absorbancia a una longitud de onda de 570 nm.

Ácido Ascórbico

El contenido total de ácido ascórbico se cuantificó colorimétricamente con el método de Bahr y Basalto (20). Brevemente, a 33 microlitros de suero se añadió 1 mL de solución potencial reductor ferrico (PRF) preparada con 25 mL of 300 mM de acetato de sodio (pH 3.6), 2.5 mL of 50 mM de $K_3Fe(CN)_6$ y 2.5 mL of 20 mM de $FeCl_3 \cdot 6H_2O$. La muestra se incubó a 37 °C durante 3 minutos y se registró la absorbancia a 593 nm. Paralelamente se efectuó una curva de calibración con concentraciones conocidas de ácido ascórbico.

Determinación de colesterol de lipoproteínas de baja densidad

Para determinar los valores de colesterol de lipoproteínas de baja densidad, se utilizó el kit Spinreact Ref. 410123, Ctra. Santa Coloma, España, y se siguieron las instrucciones del fabricante.

Análisis estadístico

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el Software SPSS (versión 19), valores de $p < 0.05$ fueron considerados significativos. Las características sociodemográficas de los participantes así como los hábitos de mayor frecuencia fueron descritas utilizando proporciones, para la descripción de las variables químicas se utilizaron cuartiles. Para corroborar

la normalidad de los datos de las variables químicas se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, obteniéndose valores de $p > 0.05$. Para comparar los niveles de estrés oxidativo entre las variables sexo, edad, IMC y género se llevó a cabo un análisis multivariado ajustado, para eliminar el efecto de las posibles inter-relaciones entre los factores. La relación de los niveles de estrés oxidativo con los hábitos alimentarios se llevó a cabo mediante la distribución F-Fisher con una prueba post-hoc.

Resultados

La edad promedio de los adultos incluidos en este trabajo fue de 70 años, resultó similar en hombres y mujeres. La muestra comprendió un 66% de mujeres y un 34% hombres. El IMC promedio fue de 28 ± 4 kg/m², el 3% presentó bajo peso, el 28% presentó normopeso, 39% sobrepeso y 30% obesidad; el 94% de los adultos refirieron no fumar y el 6% si fuman o cuentan con antecedentes de tabaquismo.

Respecto al estado civil el mayor porcentaje (54%) indicó estar casado, el 75% refirió la escolaridad primaria, el 73% de la población presentó valores de 0-1.43 nmol/ml de lipoperóxidos, el 45% presentó de 0.90-1.3 μ mol EQ de ácido ascórbico/mg de proteína, el 62% mostró 413-628 μ mol EQ/mg de proteína de catalasa, el 61% de 83-126 U/ml de superóxido dismutasa, el 43% de los adultos presentó un rango de 69 a 179 mg/dL de LDL (Tabla I).

Se analizaron los 41 items del cuestionario de comportamiento alimentario y solo en la pregunta: ¿Qué incluyes habitualmente en tu tiempo de comida principal durante el día? el 80% o más de los adultos contestaron lo siguiente: ítem 24, el 93% de los adultos no incluyen botana (aperitivo), ítem 26, el 93% de los adultos incluyen plato fuerte, ítem 27, el 83% incluyen carne, pescado o mariscos, ítem 28, el 96% incluyen arroz, pasta o frijoles, ítem 29, el 86% incluye verduras o ensalada, ítem 30, el 86%, incluye tortillas, bolillo (pan blanco) o tostadas (tortilla de maíz frita) , ítem 33, el 90% incluye bebida (agua natural, agua de frutas).

Los valores de lipoperóxidos se relacionaron con las siguientes hábitos alimentarios incluidas en el cuestionario de comportamiento alimentario: considerar el contenido nutricional como factor más importante al elegir el alimento para su consumo (2.4 nmol/ml, $p=0.042$), desagrado por los lácteos (2.7 nmol/ml, $p=0.027$), la ingesta habitual entre comidas de dulces (1.8 nmol/ml, $p=0.001$) y la inclusión de verduras habitualmente en la comida principal (2.3 nmol/ml, $p=0.018$) (Tabla II).

Por otra parte, no se detectaron relaciones significativas de los hábitos alimentarios analizados con la cantidad de ácido ascórbico, colesterol en lipoproteínas de baja densidad y actividades enzimáticas de la catalasa y superóxido dismutasa (Tabla II).

Tabla I

Características de estudio (sociodemográficas y relacionadas con los indicadores de estrés oxidativo y lipoproteínas de baja densidad) de los participantes

<i>Característica</i>	<i>n= (%)</i>	<i>Característica</i>	<i>n= (%)</i>
Género		Lipoperóxidos (nmol/ml)	
Femenino	29 (66)	Q1 (0-1.43)	30 (73.2)
Masculino	15 (34)	Q2 (1.44-3.7)	9 (22)
Grupos de edad		Q3 (3.8-6.06)	1 (2.4)
35-46	2 (4.5)	Q4 (6.07-8.3)	1 (2.4)
47-57	3 (6.8)	Acido ascórbico (mmol EQ Ac ascórbico / mg proteína)	
58-68	13 (29.5)	Q1 (0-0.47)	1 (2.6)
69-79	19 (43.2)	Q2 (0.48-0.89)	16 (42.1)
80-90	7 (15.9)	Q3 (0.90-1.3)	17 (44.7)
Índice de masa corporal (kg/m ²)		Q4 (1.3-1.75)	4 (10.5)
Bajo peso	1 (2.8)	Catalasa (mmol EQ / mg proteína)	
Normopeso	10 (27.8)	Q1 (0-195)	1 (2.6)
Sobrepeso	14 (38.9)	Q2 (196-412)	6 (15.4)
Obesidad	11 (30.6)	Q3 (413-628)	24 (61.5)
Tabaquismo		Q4 (629-845)	8 (20.5)
No fuma	31 (94)	Superóxido Dismutasa (U/ml)	
Si fuma o antecedente	2 (6)	Q1 (0-40)	1 (2.6)
Estado Civil		Q2 (41-83)	6 (15.4)
Matrimonio	23 (54)	Q3 (83-126)	24 (61.5)
Soltero	9 (21)	Q4 (126-169)	8 (20.5)
Viudo	7 (16)	Colesterol de lipoproteínas de baja densidad (LDL) (mg/dL)	
Unión libre	2 (4.5)	Q1 (0-69)	8 (18.2)
Divorciado	2 (4.5)	Q2 (69.1-179.6)	19 (43.2)
Educación		Q3 (179.7-290.3)	9 (20.5)
Primaria	33 (75)	Q4 (290.4-401)	4 (9.1)
Secundaria	4 (9.1)		
Preparatoria	1 (2.3)		
Carrera técnica	1 (2.3)		
Sin estudio	4 (9.1)		

(%), por ciento respecto a la variable que se indica

Discusión

Los resultados de este estudio muestran por primera vez una relación de los niveles de lipoperóxidos y de antioxidantes con las conductas alimentarias en un grupo de adultos que residen en una región rural y que acude al Centro de Salud de Teocuitatlán de Corona, Jalisco. Estos resultados aportan información acerca del comportamiento alimentario en adultos en

una zona del Sur de Jalisco, México. Se considera importante el estudio ya que son pocas las investigaciones en donde se evalúa el comportamiento alimentario y su relación con biomarcadores de estrés oxidativo en adultos.

Los adultos incluidos en el presente estudio mostraron un IMC promedio de 28 kg/m², lo que indica sobrepeso, también mostraron niveles de colesterol LDL ligeramente elevados. Recientemente, observa-

mos en una muestra de los adultos de la región Sur de Jalisco, una menor ingesta energética comparados con adultos que residen en la zona urbana²¹, en ambos grupos se mostró sobrepeso, este resultado fue consistente con lo reportado en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) de los años 2006 y 2012^{22,23}. Los adultos mayores en México presentan una baja ingesta calórica, sobrepeso y obesidad. Al respecto, se sugiere que el sedentarismo y los cambios metabólicos relacionados con la edad son factores que podrían intervenir en el desarrollo de dichas alteraciones, además, podría influir el nivel socioeconómico²⁴. Por otro lado, observamos un mayor porcentaje de escolaridad básica (primaria); el riesgo de sobrepeso se asocia con una escolaridad baja y la obesidad se relaciona con la hipertensión y con la dificultad para caminar en el grupo de los adultos. De acuerdo con las encuestas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la ENSANUT 2012, los adultos en México presentan un alto porcentaje de sobrepeso, obesidad, hipercolesterolemia, hipertensión y diabetes mellitus tipo 2^{23,25}. Los pacientes con enfermedades crónicas presentan niveles plasmáticos elevados de biomarcadores de estrés oxidativo⁷, asimismo, estos indicadores se incrementan conforme avanza la edad²⁶. Nosotros no observamos un incremento significativo en los niveles de lipoperoxidos en los grupos de edades organizados por décadas, estos resultados podrían deberse por el número de adultos estudiados.

Los hábitos alimentarios inadecuados son conductas de riesgo importantes que contribuyen a la predisposición de ECNT en los adultos¹⁵. La modificación de la dieta en los últimos años y los estilos de vida se han asociado con la disminución del riesgo y prevención de ECNT⁴. Las conductas que integran el comportamiento alimentario y los estilos de vida podrían relacionarse con el desarrollo de estrés oxidativo en el grupo de los adultos jóvenes y mayores, ya sea aumentando o disminuyéndolo. En este trabajo mostramos una relación significativa de los niveles de lipoperoxidos con algunas conductas alimentarias como: el considerar el contenido nutrimental de los alimentos para elegirlos, el desagrado por los lácteos, ingerir dulces entre comidas habitualmente, incluir habitualmente verduras o ensalada en la comida principal, ver tabla III.

Respecto al cuestionario de comportamiento alimentario utilizado en el presente estudio, en el ítem 1, que se relaciona con el hábito de considerar el contenido nutrimental de los alimentos para elegirlo, se ha reportado que la dieta con alto contenido glucémico se relaciona con niveles elevados de estrés oxidativo⁹. En la transición alimentaria intervienen conductas como consumir comida rápida y procesada, las cuales contienen una alta proporción de azúcares refinados, grasas saturadas y sal; evidencia que es mayor en países occidentales, lo que contribuye al desarrollo de enfermedades crónicas como la diabe-

tes mellitus tipo 2. Igualmente, se ha observado que la ingesta de alimentos con alto contenido de grasa se asocia con niveles plasmáticos elevados de estrés oxidativo²⁷, en contraste, el consumir alimentos que contienen antioxidantes como la vitamina C, E y beta-carotenos intervienen en la disminución de estrés oxidativo, sin embargo, existen estudios que indican un efecto contrario con la ingesta elevada de suplementos antioxidantes, en especial los que presentan beta-carotenos²⁸.

En este estudio los adultos refirieron tener desagrado por los lácteos y esta conducta se asocio con niveles reducidos de lipoperoxidos. El consumo regular de leches suplementadas puede presentar beneficios para la salud debido a la capacidad antioxidante o la disminución de las concentraciones de ácido úrico²⁹. Sin embargo, debemos considerar la naturaleza de la leche que se ingiere, ya que el contenido y tipo de grasa podría tener un efecto pro-oxidante, además, la cantidad y la forma de preparación de la misma, por ejemplo; la leche combinada con algún otro alimento, como café, cacao y azúcar. Al respecto, se ha reportado que el consumo regular de leche con cacao mejora la salud cardiovascular y presenta efectos anti-inflamatorios en individuos sanos y en pacientes hipercolesterolémicos, sin causar un aumento de peso³⁰. La ingesta de productos lácteos como el yogurt se asocia con la reducción de niveles plasmáticos de agentes oxidantes³¹, lo que podría deberse al contenido de probióticos presente en este grupo de alimentos. Por otro lado, en los últimos años los hábitos alimentarios han cambiado de manera significativa y el consumo de productos con alto contenido de azúcares, ha resultado frecuente. Se ha mostrado que la ingesta de dulces se asocia con el desarrollo del estrés oxidativo en las ECNT³². La elección y consumo de alimentos fuera de casa podría relacionarse con este hábito y por consecuencia el desarrollo de alteraciones como la obesidad y diabetes³³.

Por otro lado, los adultos indicaron incluir habitualmente verduras y ensaladas en su comida principal, lo que se relaciona con niveles disminuidos de lipoperoxidos, en comparación con la respuesta contraria que corresponde a no incluir estos grupos de alimentos (Tabla II), al respecto se ha reportado que el consumo de vegetales presentan beneficios sobre la salud, además, de poseer efectos antiinflamatorios³⁴. Se ha propuesto que el consumo de ensaladas verdes puede ser una estrategia útil en la reducción de oxidación celular en las mujeres en edad reproductiva³⁵. El contenido antioxidante de los alimentos como las frutas y verduras es un marcador potencial de la calidad de la dieta en personas sanas, las dietas ricas en polifenoles naturales influyen positivamente en los niveles postprandiales de triglicéridos y reducen el estrés oxidativo, lo que presenta un impacto positivo en la disminución del riesgo de enfermedades cardiovasculares³⁶.

En conclusión, las conductas alimentarias como:

Tabla II

Relaciones bivariadas, comportamiento alimentario con niveles plasmáticos de lipopéroxidos, catalasa, ácido ascórbico, superóxido dismutasa y colesterol en lipoproteínas de baja densidad en adultos de Teocuitatlán de Corona, Jalisco, México

	Lipoperoxidos (mmol/ml)			Catalasa (umol EQ/mg proteína)			Ácido ascórbico (umol EQ ascórbico/mg proteína)			Superóxido dismutasa (U/gHb)			Colesterol de lipoproteínas de baja densidad mg/dL							
	n=	Media	DE	Valor de p	n=	Media	DE	Valor de p	n=	Media	DE	Valor de p	n=	Media	DE	Valor de p				
Género																				
Femenino	28	2,94	1,38		25	521,13	138,1		25	0,91	0,27		24	105,19	27,38		28	162,78	69,87	
Masculino	13	2,67	0,82	0,421	14	513,87	83,87	0,170	13	0,94	0,38	0,195	14	102,77	16,77	0,177	12	173,16	54,44	0,50
Grupos de edad																				
58-68	13	2,8	0,74		11	549	135		11	1,04	0,28		11	109,8	27,01		13	167	55	
69-79	18	3,1	1,6		19	500	112		18	0,83	0,26		18	101,1	22,62		18	160	57	
80-90	7	2,3	0,3	0,361	5	491	146	0,533	5	1,00	0,37	0,156	5	98,34	29,39	0,833	7	151	45	0,816
Índice de masa corporal (IMC)																				
Bajo peso	1	5,54			1	405,03			1	0,55			1	137,00			1	137,00		
Normo peso	10	2,84	0,41		10	545,38	99,44		10	0,92	0,30		10	109,1	19,89		10	125,80	35,26	
Sobrepeso	14	2,57	0,89		12	517,48	93,07		11	0,88	0,26		12	103,5	18,61		14	197,64	84,51	
Obesidad	11	3,16	1,92	0,132	10	543,88	144,0	0,641	10	0,97	0,37	0,607	10	108,7	28,80	0,807	11	172,36	52,38	2,537
Tabaquismo																				
Si fuma	2	3,94	0,67	0,229	2	461,69	89,61	0,355	2	0,93	0,57	0,953	2	92,33	17,92		2	123,00	66,46	0,338
No fuma	31	2,76	1,33	0,190	26	539,32	113,1	0,421	25	0,92	0,28	0,979	26	107,8	22,61	0,615	30	173,70	71,39	0,468
Item I. Qué factor consideras más importante al elegir un alimento para su consumo?																				
a) Sabor	9	3,02	0,88		8	524,41	105,3		8	0,98	0,38		8	1044,8	21,06		9	143,00	41,93	
b) Su precio	8	3,44	2,09		9	485,57	122,4		8	0,93	0,15		9	97,11	24,48		8	150,75	67,34	
c) Que sea agradable a la vista	1	5,54			1	405,03			1	0,55			1	81,01			1	137,00		
d) Su caducidad	2	3,00	0,09		3	533,27	88,92		3	0,88	0,40		3	106,65	17,78		2	138,50	98,28	
e) Su contenido nutrimental	21	2,42	0,69	0,042*	18	536,23	134,4	0,752	18	0,92	0,32	0,781	18	107,24	26,89	0,752	20	186,45	69,78	0,408

Tabla II (cont)

Relaciones bivariadas, comportamiento alimentario con niveles plasmáticos de lipopéroxidos, catalasa, ácido ascórbico, superóxido dismutasa y colesterol en lipoproteínas de baja densidad en adultos de Teocuitatlán de Corona, Jalisco, México

	Lipoperoxidos (mmol/ml)			Catalasa (umol EQ/mg proteína)			Ácido ascórbico (umol EQ ascórbico/mg proteína)			Superóxido dismutasa (U/gHb)			Colesterol de lipoproteínas de baja densidad mg/dL							
	n=	Media	DE	Valor de p	n=	Media	DE	Valor de p	n=	Media	DE	Valor de p	n=	Media	DE	Valor de p				
Marca la opción correspondiente de acuerdo a tu agrado para comer los siguientes alimentos																				
Item 14. Lácteos																				
a) Me agrada mucho	15	2,79	0,80		16	508,56	97,05		16	0,89	0,29		16	101,71	19,41		15	158,00	61,21	
b) Me agrada	13	2,70	0,82		12	531,06	163,2		12	0,96	0,24		12	106,21	32,63		13	168,46	84,04	
c) Ni me agrada ni me desagrad	4	2,41	0,80		2	498,37	72,08		2	0,83	0,32		2	99,67	14,41		3	127,66	36,55	
d) Me desagrad	5	2,36	0,49		5	506,12	109,2		4	0,93	0,55		5	101,22	21,85		5	209,60	43,72	
e) Me desagrad mucho	4	4,67	2,89	0,027*	4	546,32	134,9	0,971	4	1,02	0,38	0,932	4	109,26	26,98	0,971	4	161,25	30,29	0,488
Item 23. ¿Qué sueles ingerir habitualmente entre comidas?																				
a) Dulces	1	8,38			1	528,48			1	0,99			1	105,70			1	205,00		
b) Fruta o verdura	18	2,81	0,82		18	501,32	139,7		18	0,86	0,26		18	100,26	27,94		18	155,33	47,10	
c) Galletas opan	5	2,28	0,54		4	616,38	93,38		3	1,06	0,37		4	123,27	18,67		5	174,00	76,01	
d) Yogurt	2	2,27	0,42		2	477,76	49,21		2	0,69	0,31		2	95,55	9,84		2	86,50	2,12	
e) Papitas, churritos, frituras, etc.	1	1,83			0				0				0				1	135,00		
f) Cacahuates u otras semillas	4	2,61	0,68		4	535,68	115,9		4	0,93	0,29		4	107,13	23,18		4	216,75	127,8	
g) Nada	10	2,98	1,17	0,001*	10	510,63	105,6	0,668	10	1,04	0,38	0,556	10	102,12	21,12	0,668	9	176,66	57,75	0,351
¿Qué incluyes habitualmente en tu tiempo de comida principal durante el día?																				
Item 29. Verdura o ensalada																				
a) Si	33	2,63	0,86		31	522,12	127,8		30	0,92	0,31		31	104,42	25,56		32	164,25	67,76	
b) No	8	3,76	2,02	0,018*	8	504,58	90,77	0,718	8	0,95	0,31	0,806	8	100,91	18,15	0,718	8	172,50	56,76	0,753

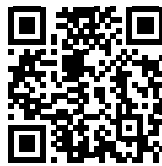
n=44. DE= Desviación estándar. Análisis ajustado por género, edad, IMC, kcal. Se representa las media y DE de los indicadores bioquímicos: lipoperoxidos, catalasa, superóxido dismutasa, ácido ascórbico, lipoproteínas de baja densidad (LDL) y de las frecuencias y proporciones de los hábitos alimentarios. Se representan los resultados del análisis de covarianza. *p<0,05

el considerar el contenido nutrimental de los alimentos para elegirlo, el desagrado por los lácteos, ingerir dulces entre comidas habitualmente, incluir habitualmente en el tiempo de la comida principal, verduras o ensalada, podrían intervenir en el estrés oxidativo en adultos de Teocuitatlán. Sin embargo, se requiere profundizar en estudios complementarios donde intervengan características socioculturales y sociodemográficas de la región, además de realizar un análisis de consumo y de biomarcadores metabólicos que se asocian con estos hábitos y conductas de alimentación.

Referencias

- French SA, Epstein LH, Jeffery RW, Blundell JE, Wardle J. Eating behavior dimensions. Associations with energy intake and body weight. A review. *Appetite* 2012 Oct;59(2):541–9.
- Liu RH. Health-promoting components of fruits and vegetables in the diet. *Adv Nutr* 2013 May;4(3):384S–92S.
- Ravasco P, Ferreira C, Camilo ME. [Food for health: primary-care prevention and public health—relevance of the medical role]. *Acta Med Port* 2011 Dec;24 Suppl 4:783–90.
- Shrestha P, Ghimire L. A review about the effect of life style modification on diabetes and quality of life. *Glob J Health Sci* 2012 Nov;4(6):185–90.
- Aguilar-Salinas CA, Lerman-Garber I, Pérez J, Villa AR, Martínez CL, Turrubiatez LC, et al. Lipids, apoprotein B, and associated coronary risk factors in urban and rural older Mexican populations. *Metab. Clin. Exp* 2001 Mar;50(3):311–8.
- Galindo Gómez C, Juárez Martínez L, Shamah Levy T, García Guerra A, Avila Curiel A, Quiroz Aguilar MA. [Nutritional knowledge and its association with overweight and obesity in Mexican women with low socioeconomic level]. *Arch Latinoam Nutr* 2011 Dec;61(4):396–405.
- Wonisch W, Falk A, Sundl I, Winklhofer-Roob BM, Lindschinger M. Oxidative stress increases continuously with BMI and age with unfavourable profiles in males. *Aging Male* 2012 Sep;15(3):159–65.
- Sies H. Oxidative stress: oxidants and antioxidants. *Exp. Physiol* 1997 Mar;82(2):291–5.
- Hu Y, Block G, Norkus EP, Morrow JD, Dietrich M, Hudes M. Relations of glycemic index and glycemic load with plasma oxidative stress markers. *Am. J. Clin. Nutr* 2006 Jul;84(1):70–76; quiz 266–267.
- Folchetti LD, Monfort-Pires M, De Barros CR, Martini LA, Ferreira SRG. Association of fruits and vegetables consumption and related-vitamins with inflammatory and oxidative stress markers in prediabetic individuals. *Diabetol Metab Syndr* 2014;6(1):22.
- Rosado-Pérez J, Ortiz R, Santiago-Osorio E, Mendoza-Núñez VM. Effect of Tai Chi versus walking on oxidative stress in Mexican older adults. *Oxid Med Cell Longev* 2013;2013:298590.
- World Health Organization. Globalization, Diets and Non-communicable Diseases. Dietary Transition in Developing Countries: Challenges for Chronic Disease Prevention. Geneva:WHO, 2002.
- Rivera JA, Barquera S, Campirano F, Campos I, Safdie M, Tovar V. Epidemiological and nutritional transition in Mexico: rapid increase of non-communicable chronic diseases and obesity. *Public Health Nutr* 2002 Feb;5(1A):113–22.
- Averill JB. Voices from the Gila: health care issues for rural elders in south-western New Mexico. *J Adv Nurs* 2002 Dec;40(6):654–62.
- Rosas-Carrasco O, Juárez-Cedillo T, Ruiz-Arregui L, García Pena C, Vargas-Alarcon G, Sánchez-García S. Overweight and obesity as markers for the evaluation of disease risk in older adults. *J Nutr Health Aging* 2012 Jan;16(1):14–20.
- Shamah-Levy T, Cuevas-Nasu L, Mundo-Rosas V, Morales-Ruán C, Cervantes-Turrubiates L, Villalpando-Hernández S. [Health and nutrition status of older adults in Mexico: results of a national probabilistic survey]. *Salud Publica Mex* 2008 Oct;50(5):383–9.
- Sandoval YFM, Ruiz ENS, Ojeda GM, Martínez MBA, Orozco MFB, Salvadó JS, et al. Diseño y validación de un cuestionario para evaluar el comportamiento alimentario en estudiantes mexicanos del área de la salud. *NUTRICION HOSPITALARIA* [Internet]. 2014 Jul 1 [cited 2014 Jun 27];30(n01). Available from: <http://www.aulamedica.es/gdcr/index.php/nh/article/view/7451>
- Sinha AK. Colorimetric assay of catalase. *Anal. Biochem* 1972 Jun;47(2):389–94.
- Madesh M, Balasubramanian KA. Microtiter plate assay for superoxide dismutase using MTT reduction by superoxide. *Indian J. Biochem. Biophys* 1998 Jun;35(3):184–8.
- Pablo Bahr Valcárcel, Yoel Basulto Lemus. El Potencial Reductor Férrico (FRP). Un ensayo para evaluar la capacidad antioxidante en suero. *Revista Corr Méd Cient Holg* 8(4).
- Navarro-Meza M, Martínez Moreno AG, López-Espinoza A, López-Uriarte P, Benavides Gómez M del R. Comparison in food intake of adults residing in a rural and urban area of Jalisco / Mexico Comparación en la ingesta de alimentos de adultos que residen en una zona rural y urbana de Jalisco, México. *Revista Mexicana de Trastornos Alimentarios/ Mexican Journal of Eating Disorders* 2014 Jun 23;5(1):11–9.
- Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006 [Internet]. [Visitado en 2013 Febrero Accesible en: <http://www.insp.mx/produccion-editorial/publicaciones-anteriores-2010/658-resultados-de-nutricion-de-la-ensanut-2006.html>].
- Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. [Internet]. [Visitado en 2013, Febrero. Accesible en: <http://ensanut.insp.mx/>].
- Fernald LCH. Socio-economic status and body mass index in low-income Mexican adults. *Soc Sci Med* 2007 May;64(10):2030–42.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. INEGI, 2010. (Internet) (Consultado 2013, Enero). Disponible en: http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/basicos/estados/jal_geo.cfm.
- Traustadóttir T, Davies SS, Su Y, Choi L, Brown-Borg HM, Roberts LJ, et al. Oxidative stress in older adults: effects of physical fitness. *Age (Dordr)*. 2012 Aug;34(4):969–82.
- Devaraj S, Wang-Polagruto J, Polagruto J, Keen CL, Jialal I. High-fat, energy-dense, fast-food-style breakfast results in an increase in oxidative stress in metabolic syndrome. *Metab. Clin. Exp* 2008 Jun;57(6):867–70.
- Mayne ST. Antioxidant nutrients and chronic disease: use of biomarkers of exposure and oxidative stress status in epidemiologic research. *J. Nutr* 2003 Mar;133 Suppl 3:933S–940S.
- Hunter DC, Brown R, Green T, Thomson C, Skeaff M, Williams S, et al. Changes in markers of inflammation, antioxidant capacity and oxidative stress in smokers following consumption of milk, and milk supplemented with fruit and vegetable extracts and vitamin C. *Int J Food Sci Nutr* 2012 Feb;63(1):90–102.
- Sarriá B, Martínez-López S, Sierra-Cinos JL, García-Diz L, Mateos R, Bravo L. Regular consumption of a cocoa product improves the cardiometabolic profile in healthy and moderately hypercholesterolaemic adults. *Br. J. Nutr* 2014 Jan 14;111(1):122–34.
- Fabian E, Elmadfa I. The effect of daily consumption of probiotic and conventional yoghurt on oxidant and anti-oxidant parameters in plasma of young healthy women. *Int J Vitam Nutr Res* 2007 Mar;77(2):79–88.
- Zheng Y, Yu B, Alexander D, Steffen LM, Boerwinkle E. Human metabolome associates with dietary intake habits among african americans in the atherosclerosis risk in communities study. *Am. J. Epidemiol* 2014 Jun 15;179(12):1424–33.

33. Bezerra IN, Curioni C, Sichieri R. Association between eating out of home and body weight. *Nutr. Rev* 2012 Feb;70(2):65–79.
34. Jiang Y, Wu S-H, Shu X-O, Xiang Y-B, Ji B-T, Milne GL, et al. Cruciferous vegetable intake is inversely correlated with circulating levels of proinflammatory markers in women. *J Acad Nutr Diet* 2014 May;14(5):700–708.e2.
35. Rink SM, Mendola P, Mumford SL, Poudrier JK, Browne RW, Wactawski-Wende J, et al. Self-report of fruit and vegetable intake that meets the 5 a day recommendation is associated with reduced levels of oxidative stress biomarkers and increased levels of antioxidant defense in premenopausal women. *J Acad Nutr Diet* 2013 Jun;13(6):776–85.
36. Annuzzi G, Bozzetto L, Costabile G, Giacco R, Mangione A, Anniballi G, et al. Diets naturally rich in polyphenols improve fasting and postprandial dyslipidemia and reduce oxidative stress: a randomized controlled trial. *Am. J. Clin. Nutr* 2014 Mar;99(3):463–71.



Original/*Ancianos*

Effect of periodized water exercise training program on functional autonomy in elderly women

Paulina Yesica Ochoa Martínez¹, Javier Arturo Hall López¹, Alberto Paredones Hernández¹
y Estélio Henrique Martin Dantas²

¹Faculty of Sports, Autonomous University of Baja California. México. ²Laboratory of Human Motricity Biosciences, Federal University of State of Rio de Janeiro. Brazil.

Abstract

Background: Scientific evidence have been related negative functional autonomy to sedentary lifestyle in elderly women by other hand physical exercise is highly recommended to prevent deterioration of neuromuscular functions and proposed during the rehabilitation of physical disability and fall accidents.

Aim: To determine the effect of periodized water exercise training on functional autonomy in elderly women.

Methods: Twenty-six subjects were randomly assigned in two, water exercise intervention group (n=16) and control group (n=10); The intervention group followed 12-week of periodized water exercise training program five times a week, 30 minutes of water exercise with work heart rate reserve of 40-50% (1-6th week) increasing the load to 50-60% (7-12th week); The protocol of the Group of Latin-American Development for Maturity (GDLAM) was used to evaluate functional autonomy; As statistical analyses mixed 2 x 2 ANOVA was used, also percentage changes (Δ %) were calculated.

Results: The results showed significant improvement ($p < 0.05$) comparing the interaction intergroup and the measurements in 10 meters walk test (10mW) ($p = 0.001$) and general GDLAM index (GI) ($p = 0.012$), percentage changes (Δ %) showed positive improvements in the five components of (GDLAM) and (GI).

Conclusion: Periodized water exercise training program was able to enhance (10 mW) and (GI) however, will be appropriated in the future more studies to better clarify the possibilities of improvements between water exercise and functional autonomy.

(Nutr Hosp. 2015;31:351-356)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7857

Key words: *Elderly. Physical Exercise. Functional Autonomy.*

Correspondence: Javier Arturo Hall López.
Río Mocerito y Monclova Street S/N.
Ex ejido Coahuila Neighborhood.
21280 Mexicali, Baja California, México.
E-mail: javierhall@uabc.edu.mx

Recibido: 26-VII-2014.
Aceptado: 16-VIII-2014.

EFFECTO DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO PERIODIZADO DE EJERCICIO ACUÁTICO SOBRE LA AUTONOMÍA FUNCIONAL EN ADULTAS MAYORES

Resumen

Antecedentes: Evidencia científica relaciona autonomía funcional negativa y sedentarismo en adultas mayores, por otra parte el ejercicio físico se ha recomendado para evitar el deterioro de funciones neuromusculares y durante la rehabilitación de la discapacidad física y caídas.

Objetivo: Determinar el efecto de un programa de entrenamiento periodizado de ejercicio acuático sobre la autonomía funcional de adultas mayores.

Métodos: Veintiséis sujetos fueron asignados al azar en grupo de ejercicio acuático de intervención (n = 16) y un grupo control (n = 10); El grupo de intervención participó en 12 semanas de ejercicio acuático periodizado cinco veces por semana, 30 minutos con una frecuencia cardiaca de reserva de 40 a 50% (1-6 semana) y un aumento de la carga de 50 a 60% (7-12 semana); Se utilizó el protocolo del Grupo de Desarrollo Latinoamericano de Madurez (GDLAM) para evaluar la autonomía funcional; el análisis estadístico fue por ANOVA 2 x 2, también se calcularon los porcentajes de cambio (Δ %). **Resultados:** Se mostró mejoría significativa ($p < 0.05$) al comparar la interacción intergrupo y las mediciones en el test de caminar 10 metros (10 mW) ($p = 0.001$) y el índice de GDLAM (GI) ($p = 0.012$), los cambios porcentuales (Δ %) mostraron mejoras en los cinco componentes de (GDLAM) y (GI).

Conclusión: El entrenamiento periodizado de ejercicio acuático fue capaz de mejorar (10 mW) y (GI) en adultas mayores, aun sin embargo, se requieren futuros estudios para aclarar las posibilidades de mejora en el ejercicio acuático y autonomía funcional.

(Nutr Hosp. 2015;31:351-356)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7857

Palabras clave: *Adultas Mayores. Ejercicio Físico. Autonomía Funcional.*

Introduction

wAging process is characterized by decrease progressively the neuromuscular functions loss of muscle mass than reduce strength and joint mobility¹ there is scientific evidence pointing than individuals above 60 years old coincides with loss of independence^{2,3} and decrease in functional autonomy in completing activities of daily living such as walking, climbing stairs, or rising from a chair without the help of a person or device⁴ which affect the elderly social development and decreasing their quality of life. According with the National Health and Nutrition 2012, 26.9% of Mexican elderly had some degree of disability (26.9% in women and 23.8% in man) moreover these prevalence increases with age, by other hand, the survey showed than 34.9% of elderly suffered a fall in the last 12 months, being more frequently in woman than in man⁵, moreover, the occurrence of falls as accident lead the burden of health-care costs for medical care in elderly⁶.

The Group of Latin-American Development for Maturity (GDLAM) defines functional autonomy covering three aspects: autonomy of action that relates to the notion of physical independence; autonomy refers to the possibility of self-determination and autonomy than allows the person to judge any situation⁷. Evidence from cross-sectional analytical study clearly show than negative functional autonomy have been related to sedentary lifestyle in elderly women^{8,9}. Also results of controlled trials focused on exercise in elderly women have been improve functional autonomy¹⁰⁻¹³, Hence physical exercise in elderly has been proposed to prevent falls in elderly and during the rehabilitation to minimize health problems related with this problem¹⁴⁻¹⁶.

This research considered the water exercise than carried out through realizing rhythmic-gymnastic activities in an aquatic environment¹⁷, this modality of exercise is especially recommended among people who have limitations with do exercise on dry land due to impact²⁰ and which in the last ten years, has taken popularity and preference among elderly by taking advantage of water properties in order to provide fluidity and a wider range in movements while diminishing the risk of injuries^{8,19}. It was found than water exercise in elderly women provides functional autonomy¹⁰. In this context, in exercise training periodization increasing the load heart rate reserve has been produce grater adaptations²⁰. the present study involves a periodized water exercise training program with different frequency, work load intensity and time than other references¹⁰. Thus, the aim of this study was to determine the effect of periodized water exercise training program on functional autonomy in elderly women. The initial hypothesis was that water exercise training would improve functional autonomy in elderly women.

Materials and Methods

Subjects

Twenty-six elderly women volunteered to partake in the water exercise program in the aquatic complex of the Faculty of Sports at the Autonomous University of Baja California were recruited, before starting the periodized water exercise training the subjects completed a medical examination in order to identify the inclusion and exclusion criteria; the inclusion criteria were ambulation capacity, not have performed a systematical routine of exercise in the previous six months and exclusion criteria were to possess any sort of acute or chronic complication that would hinder water exercise, such as heart problems, diabetes mellitus, hypertension or asthma; physical complications that could affect the ability to accomplish exercise such as osteoarthritis, joint injuries or recent bone fractures, psychological and neurological problems.

The present study followed the ethical principles regarding human experimentation proposed by the Helsinki declaration; all the subjects provided a written consent in order to participate in the study²¹, that was approved by the research program of the Faculty of Sports of the Autonomous University of Baja California. Protocol # 149/2/C/13/16.

Study design and testing procedures

Participants were randomly assigned in two, water exercise intervention group (n=16, age of 67.5±5.4 years) and non-exercising control group (n=10, age of 67.4±4.7 years) who advised not to join in systemized exercise but to continue with their usual daily physical activities; In order to determine functional autonomy was performed according with the guidelines of the Group of Latin-American Development for Maturity (GDLAM) protocol than is composed by the following five tests:⁷ 10 m walk (10 mW), getting up from a seated position (GSP) getting up from the prone position (GPP), getting up from a chair and movement around the house (GCMH), and putting on and taking off a shirt (PTS). All tests were individually conducted and repeated two different times with a minimum of 5 min intervals, the lowest time of the two trials was recorded; These tests make it possible establishing the Functional Autonomy and General GDLAM index (GI) calculated as follows:⁷ $GI = [10 \text{ mW} + GPP + GSP + PTS] * 2 + GCMH / 4$

Measurements were performed at the baseline pretest and immediately upon posttest of the 12-week of water-exercise, only those completing 95% of training adherence were included in the statistical analysis.

Periodized water exercise training

The water exercise was conducted and supervised by master in sport science specialist also in accordan-

ce with physical exercise prescription for older adults established by the American College of Sports Medicine²² and the American Heart Association²³.

The participants completed three-month of periodized water exercise training program five times a week, with 50 minutes per session which was comprised by 10 minutes of warm-up, 30 minutes of water exercise training component with intensity monitored by telemetry using a heart rate monitor Polar FT7® (Finland), the work heart rate reserve of 40-50% (1-6th week) increasing the load to 50-60% heart rate reserve (7-12th week) the work heart rate reserve was estimated with the equation $Max\ HR = 208 - 0.7 \times age^{24}$ followed by 10 minute of cool down.

Statistical analysis

Descriptive statistical procedures are presented as mean \pm standard deviation; Shapiro-Wilk Test was used in order to determine the normality of the groups and the homogeneity of the sample. Differences inter and intragroup pretest-posttest were determined using mixed 2 x 2 ANOVA (groups x measurements), the significance level were performed of $p < 0.05$, 95% probability of accuracy of the results or negative event with a probability of 5% per case. Also percentage changes ($\Delta \%$) were calculated for each study group $[(Media\ post - Media\ pre) / Media\ pre] \times 100$. Statistical analyses were performed using the statistical software (SPSS for Windows version 20 (IBM Corporation, New York, USA).

Results

Descriptive statistical ($M \pm DE$) of the five tests to determine the functional autonomy and General GDLAM index (GI) are presented in Table I, the values showed lower means in experimental group than in control group at the baseline pretest than posttest of the 12-week of water-exercise.

Table II. provides the data of the mixed 2 x 2 ANOVA (groups x measurements) analysis showed significant values ($p < 0.05$) comparing the interaction intergroup and the measurements ($p = 0.001$), of 10 mW (s), also General GDLAM index (GI) showed significant values ($p < 0.05$) comparing the interaction intergroup and the measurements ($p = 0.012$), No significance differences were observed between the exercising and control group for the variables of GSP, GPP, PTS and GCMH.

As shown in figure I the percentage changes ($\Delta \%$) of exercise group attained lower values after treatment.

Discussion

The main findings of the present research were that twelve weeks of periodized water exercise training program improve significant reductions in the (10 mW) of the battery tests of functional autonomy and in the (GI) in the elderly women who took part in the experimental group.

The (10 mW) test was validated in elderly justifying the distance at which an elderly can cross the street in an urban perimeter the test also reflects in elderly the security to walk without aid or assistance from people or equipment²⁵, these findings are corroborated elderly women who participate in a 4 months walking program¹³, other findings showed significant changes with less time in 10 m walk test of functional autonomy in elderly women practitioners of ballroom dance¹¹, this suggests that elderly women who engage systematic physical exercise may have more velocity to walk 10 meter distance.

Regarding the assessment of physical fitness in the elderly population several batteries have been used to determine the incidence of physical exercise^{14,16}; In the present study the (GDLAM) protocol assessment of functional autonomy was chosen for inexpensive, validated, easy to apply, replicable and the tests simulate activities of daily living calculating the time done

Table I
Mean and standard deviation ($M \pm DE$) values for the five tests to determine the functional autonomy and General GDLAM index (GI) of the experimental and control group baseline and after water-exercise

Variables	Experimental (n=16)		Control (n=10)	
	Pre	Post	Pre	Post
^a 10mW(s)	7.60 \pm 1.47	6.70 \pm 1.23	7.55 \pm 2.21	7.92 \pm 2.36
^b GSP(s)	11.36 \pm 2.40	11.04 \pm 2.22	13.81 \pm 3.62	14.08 \pm 3.78
^c GPP(s)	5.66 \pm 1.88	4.69 \pm 2.38	7.07 \pm 3.71	7.29 \pm 3.14
^d PTS(s)	11.50 \pm 3.68	11.20 \pm 3.52	13.52 \pm 4.32	13.73 \pm 4.19
^e GCMH(s)	33.03 \pm 4.97	31.84 \pm 8.4	34.67 \pm 7.81	35.83 \pm 8.90
^f GI	26.33 \pm 4.40	24.78 \pm 3.94	29.65 \pm 7.1	30.47 \pm 7.67

10 mW: 10 m walk^a; GSP: getting up from a seated position^b; GPP: getting up from the prone position^c; PTS: putting on and taking off a shirt^d; GCMH: getting up from a chair and movement around the house^e; GI: General GDLAM index^f.

Table II
Mixed 2 x 2 ANOVA (groups x measurements) for the five tests to determine the functional autonomy and General GDLAM index (GI) of the experimental and control group

Variable	Level of significance (p) a priori to $\alpha \leq 0.05$.		
	Intergroup (A)	Measurements (B)	Interaction (AxB)
^a 10 mW (s)	.409	.119	.001
^b GSP (s)	.024	.929	.340
^c GPP(s)	.501	.301	.106
^d PTS (s)	.154	.853	.288
^e GCMH(s)	.276	.987	.114
^f GI	.054	.417	.012

10 mW: 10 m walk^a; GSP: getting up from a seated position^b; GPP: getting up from the prone position^c; PTS: putting on and taking off a shirt^d; GCMH: getting up from a chair and movement around the house^e; GI: General GDLAM index^f.

in general index of functional autonomy than provides information of certain freedom of action⁷.

The results of (GI) on this study was consistent with other controlled trials in elderly women has been considered exercise modalities as aquatic exercise¹⁰ dance¹¹, yoga¹², or walking¹³. In the present study, the results on the tests getting up from a seated position (GSP) getting up from the prone position (GPP), getting up from a chair and movement around the house (GCMH), and putting on and taking off a shirt (PTS) it was found percentage changes (Δ %) improvements but no significant changes in relation to the mean of experimental and control groups, these results partial contradict those than found significant improvements in as aquatic exercise¹⁰ dance¹¹, yoga¹², or walking¹³. In spite of the water exercise training program in these research was designed five times

a week whit periodization in order to produce grater adaptations increasing the load heart rate reserve of 40-50% (1-6th week) increasing the load to 50-60% heart rate reserve (7-12th week) these discrepancies may be owing to de time than were carried through 4 to 8 months but with lower frequency (3 times a week) and work load intensity by other hand some of these programs where attendance in strength modalities than may have influence the improvements in functional autonomy tests and in the (GI).

In gerontology and geriatrics area physical exercise has been proposed during the rehabilitation of physical disability and fall accidents in elderly¹⁴, due preventing deterioration of neuromuscular functions should be monitored functional autonomy to avoid the occurrence of accidental falls in these population⁷.

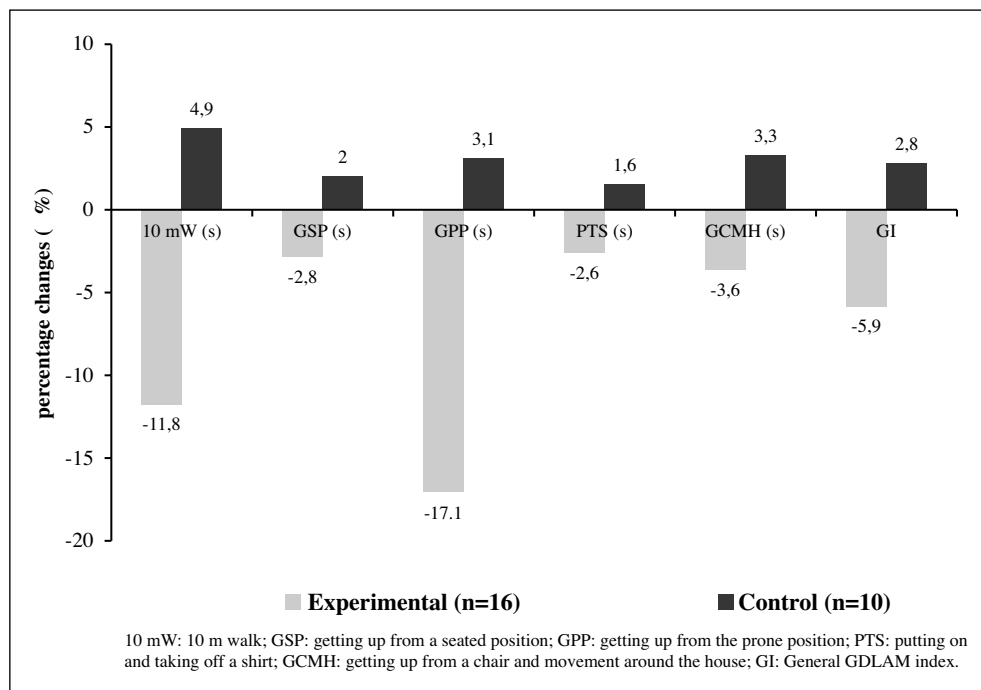


Fig. 1.—The percentage changes (Δ %) of exercise group attained lower values after treatment.

In conclusion, periodized water exercise training program is able to enhance the percentage changes (Δ %) of functional autonomy in elderly women, also the results showed positive improvements in (10 mW) of functional autonomy and in the General (GI) however, in will be appropriated in the future more studies to better clarify and investigate the possibilities of improvements between water exercise and functional autonomy, due to this modality of exercise has taken popularity among elderly provide them advantage of move with greater amplitude in water environment.

Acknowledgements

The research was funded by internal call number 16th of research project from the Autonomous University of Baja California UABC; Grant 149/2/C/13/16.

Conflict Of Interest

The authors declare no conflicts of interest.

Authors' contributions section

All authors read and approve the final manuscript, Paulina Yesica Ochoa Martínez and Javier Arturo Hall López, carried out the design of the study, Javier Arturo Hall López and Estélio Henrique Martin Dantas performed the statistical analysis, Paulina Yesica Ochoa Martínez and Javier Arturo Hall López interpreted the data, drafted or revised the manuscript, Estélio Henrique Martin Dantas and Paulina Yesica Ochoa Martínez, designed the study, Paulina Yesica Ochoa Martínez and Alberto Paredones Hernández were involved in the data collection and checked the manuscript, Paulina Yesica Ochoa Martínez, Javier Arturo Hall López and Alberto Paredones Hernández participated in the concept and checked the manuscript Paulina Yesica Ochoa Martínez was a general coordinator and designed the study.

References

1. Fulop T, Larbi A, Witkowski JM, McElhane J, Loeb M, Mitnitski A, Pawelec G. Aging, frailty and age-related diseases. *Biogerontology* 11; 547-63.
2. Marques EA, Baptista F, Santos DA, Silva AM, Mota J, Sardinha LB. Risk for losing physical independence in older adults: The role of sedentary time, light, and moderate to vigorous physical activity. *Maturitas* 2014; 21:208-4
3. Velázquez Alva Mdel C, Irigoyen Camacho ME, Delgadillo Velázquez J, Lazarevich I. The relationship between sarcopenia, undernutrition, physical mobility and basic activities of daily living in a group of elderly women of Mexico City. *Nutr Hosp* 2013; 28:514-21.
4. de Noronha Ribeiro Daniel F, de Souza Vale RG, Giani TS, Bacellar S, Escobar T, Stoutenberg M, Dantas EH. Correlation

- between static balance and functional autonomy in elderly women. *Arch Gerontol Geriatr* 2011; 52:111-4.
5. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012 ENSANUT2012 data revisited. (n.d.). Retrieved May 6, 2014, from the Instituto Nacional de Salud Publica; 2013. website, <http://ensanut.insp.mx/>
6. Davis JC, Robertson MC, Ashe MC, Liu-Ambrose T, Khan KM, Marra CA. International comparison of cost of falls in older adults living in the community: a systematic review. *Osteoporos Int* 2010; 21:1295-306.
7. Dantas EE, Vale RG. GDLAM'S protocol of functional autonomy evaluation. *Fit Perf J* 2004; 3:175-182
8. de Souza Santos CA, Dantas EH, Moreira MH. Correlation of physical aptitude; functional capacity, corporal balance and quality of life (QoL) among elderly women submitted to a post-menopausal physical activities program. *Arch Gerontol Geriatr* 2011; 53:344-9.
9. Martinho KO, Dantas EH, Longo GZ, Ribeiro AQ, Pereira ET, Franco FS, Gonçalves MR, de Moraes KB, Martins MV, Danesio J, Tinôco AL. Comparison of functional autonomy with associated sociodemographic factors, lifestyle, chronic diseases (CD) and neuropsychiatric factors in elderly patients with or without the metabolic syndrome (MS). *Arch Gerontol Geriatr* 2013; 57:151-5.
10. Pernambuco CS1, Borba-Pinheiro CJ, Vale RG, Di Masi F, Monteiro PK, Dantas EH. Functional autonomy, bone mineral density (BMD) and serum osteocalcin levels in older female participants of an aquatic exercise program (AAG). *Arch Gerontol Geriatr* 2013; 56:466-71.
11. Borges EG, Cader SA, Vale RG, Cruz TH, Carvalho MC, Pinto FM, Dantas EH. The effect of ballroom dance on balance and functional autonomy among the isolated elderly. *Arch Gerontol Geriatr* 2012; 55:492-6.
12. Gonçalves LC, Vale RG, Barata NJ, Varejão RV, Dantas EH. Flexibility, functional autonomy and quality of life (QoL) in elderly yoga practitioners. *Arch Gerontol Geriatr* 2011; 53:158-62.
13. Fraga MJ, Cader SA, Ferreira MA, Giani TS, Dantas EH. Aerobic resistance, functional autonomy and quality of life (QoL) of elderly women impacted by a recreation and walking program. *Arch Gerontol Geriatr* 2011; 52:40-3.
14. Morales S, Gómez-Cabello A, González-Agüero A, Casajús JA, Ara I, Vicente-Rodríguez G. Sedentarism and physical fitness in postmenopausal women. *Nutr Hosp* 2013; 28:1053-9.
15. Serra Rexach JA. Clinical consequences of sarcopenia. *Nutr Hosp* 2006; 3:46-50.
16. Araya S, Padiá P, Feriche B, Gálvez A, Pereira J, Mariscal-Arcas M. Effect of a physical activity program on the anthropometric and physical fitness of women over 60 years. *Nutr Hosp* 2012; 27:1472-9.
17. Takeshima N, Rogers ME, Watanabe E, Brechue WF, Okada A, Yamada T, Islam MM, Hayano J. Water-based exercise improves health-related aspects of fitness in older women. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34: 544-51.
18. Kamioka H, Tsutani K, Okuizumi H, Mutoh Y, Ohta M, Handa S, Okada S, Kitayuguchi J, Kamada M, Shiozawa N, Honda T. Effectiveness of aquatic exercise and balneotherapy: a summary of systematic reviews based on randomized controlled trials of water immersion therapies. *J Epidemiol* 2010; 20:2-12.
19. Kamioka H, Tsutani K, Mutoh Y, Okuizumi H, Ohta M, Handa S, Okada S, Kitayuguchi J, Kamada M., Shiozawa N, Park SJ, Honda T, Moriyama S. A systematic review of nonrandomized controlled trials on the curative effects of aquatic exercise. *Int J Gen Med* 2011; 25:239-260.
20. Stanley J, Peake JM, Buchheit M. Cardiac parasympathetic reactivation following exercise: implications for training prescription. *Sports Med* 2013; 43:1259-77.
21. Puri KS, Suresh KR, Gogtay NJ, Thatté UM. Declaration of Helsinki, 2008: implications for stakeholders in research. *J Postgrad Med* 2009; 55:131-34.
22. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ et al. Exercise and physical activity for older adults. [Practice Guideline]. *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41:1510-30.

23. Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation* 2007; 116:1094-105.
24. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol* 2001; 37:153-66.
25. Sipilä S, Multanen J, Kallinen M, Era P, Suominen H. Effects of strength and endurance training on isometric muscle strength and walking speed in elderly women. 1996; *Acta Physiol Scand* 156:457-64.
26. Padilla Colon CJ, Sanchez Collado P, Cuevas MJ. Benefits of strength training for the prevention and treatment of sarcopenia. *Nutr Hosp* 2014; 1;29(5):979-88.



Original/*Ancianos*

Relación entre las horas de sueño y constipación en adultos mayores chilenos

Natalia González Cañete¹, Francisca Peña D'ardaillon¹, Priscila Candia Johns¹ y Samuel Durán Agüero²

¹Msc. Nta. Carrera de Nutrición y Dietética. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad San Sebastián. Chile. ²PhD. Nta. Carrera de Nutrición y Dietética. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad San Sebastián. Chile.

Resumen

Introducción: Existe escasa información sobre la evaluación de la constipación en los sujetos de edad avanzada. Dentro de la variedad de factores causantes, usualmente no es tomado en cuenta un factor que también podría incidir sobre la presencia de constipación: las horas de sueño.

Objetivos: Determinar la asociación entre horas de sueño durante la semana y fin de semana con el estreñimiento en adultos mayores (AM).

Materiales y métodos: Se evaluó mediante diversas encuestas validadas la calidad de sueño, consistencia de las heces, actividad física (AF) e ingesta de fibra dietaria en 424 AM sanos de ambos sexos, autónomos de la ciudad de Santiago.

Resultados: La mitad de los participantes refirieron tener deposiciones anormales (estreñimiento y diarrea). Los sujetos que presentaron estreñimiento tenían menor AF y mayor dificultad para conciliar el sueño que los sujetos con deposiciones normales. Los AM constipados presentaron una mayor cantidad de sueño durante la semana y fin de semana, que los sujetos con una evacuación normal ($9,4 \pm 1,6$ vs $8,8 \pm 1,8$ horas; $p=0,013$). Los AM constipados duermen significativamente más que los AM con evacuación normal ($9,7 \pm 1,5$ vs $9,2 \pm 1,8$; $p=0,024$). No se encontraron diferencias en el EN y el consumo de fibra entre pacientes con distintas consistencias.

Conclusiones: Existe una asociación entre las horas de sueño que duermen los AM y la consistencia de sus deposiciones. Resultaría de interés evaluar a largo plazo si el mejoramiento de uno de estos factores podría incidir positivamente sobre el otro.

(Nutr Hosp. 2015;31:357-362)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7976

Palabras clave: Adulto mayor. Estreñimiento. Sueño. Fibra dietaria.

RELATIONSHIP BETWEEN SLEEP AND CONSTIPATION IN THE ELDERLY CHILEANS

Abstract

Background: There is scarce information about constipation in elderly subjects. Among the variety of factors causing constipation, the sleeping hours are a factor usually not taken into account.

Objectives: To determine the association between hours of sleep during the week and weekend, with constipation in older adults.

Design: Sleep quality, stool consistency, physical activity (PA) and dietary fiber intake was assessed using various validated surveys in 424 healthy autonomous elderly men and women, living in Santiago, Chile.

Results: Half of the participants reported having abnormal stools (constipation and diarrhea). Subjects who had constipation had lower PA and greater difficulty falling asleep than subjects with normal bowel movements. The elderly participants with constipation had a higher amount of sleep during the week and weekend, that subjects with normal bowel movements (9.4 ± 1.6 vs 8.8 ± 1.8 hours, $p = 0.013$). The constipated subjects slept significantly more than those with normal evacuation (9.7 ± 1.5 vs 9.2 ± 1.8 , $p = 0.024$). No differences in the nutritional status and fiber intake among patients with different consistencies were found.

Conclusions: There is an association between sleep and the consistency of the stools in elderly patients. It would be interesting to evaluate whether long-term improvement of these factors could have a positive impact on the other.

(Nutr Hosp. 2015;31:357-362)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8171

Key words: Elderly. Constipation. Sleep.

Correspondencia: Samuel Durán Agüero.
Carrera de Nutrición y Dietética, Facultad de Ciencias de la Salud,
Universidad San Sebastián, Lota 2465. Providencia, Chile.
E-mail: samuel.duran@uss.cl

Recibido: 20-VIII-2014.

Aceptado: 12-IX-2014.

Introducción

La constipación o estreñimiento es un trastorno sumamente habitual en los adultos mayores (AM), definida de forma coloquial como la evacuación de las heces de forma infrecuente o dificultosa. El padecimiento de esta condición puede verse como un problema de escasa importancia, sin embargo, su impacto en la calidad de vida puede ser relevante, empeorando el pronóstico de otras patologías presentes de forma usual en este grupo etario.

Es importante diferenciar la constipación originada por causas orgánicas, (desencadenada por múltiples causas y mecanismos patogénicos o fisiopatológicos) que adopta diversas manifestaciones clínicas, de aquella referida por los pacientes, en la cual los síntomas recurrentes o crónicos no pueden ser explicados por la presencia de anomalías estructurales o funcionales (constipación “funcional”)¹. Según los criterios de Roma III considera que existiría constipación cuando se presentan dos o más de los siguientes síntomas, presentes en al menos 25% de las defecaciones: esfuerzo, heces grumosas o duras, sensación de evacuación incompleta, sensación de obstrucción o bloqueo ano-rectal, maniobras manuales para facilitar la defecación, y menos de tres evacuaciones por semana. Además, necesariamente también se deben cumplir con los siguientes dos criterios: la presencia de heces de consistencia blanda se presentan de forma rara sin el uso de laxantes, y no se reúnen los criterios para el síndrome de intestino irritable. Estos síntomas deberían estar presentes por al menos tres meses, con un comienzo de los síntomas de al menos seis meses².

Según la etiología, la constipación puede clasificarse en primaria y secundaria. La **primaria** se clasifica en tres subtipos³ diferenciados según su fisiopatología: la “constipación de tránsito lento” presenta como características un retraso prolongado en el tiempo del tránsito intestinal de las heces a través del colon; la “defecación disinérgica” caracterizada por la dificultad o inhabilidad de evacuación de las heces por el recto, y la “constipación con predominancia del síndrome de intestino irritable”, con síntomas de constipación e incomodidad y dolor¹. La constipación **secundaria** es causada por numerosos factores tales como la dieta, fármacos, el estilo de vida, y desórdenes de tipo endocrino, metabólicos, neurológicos, psiquiátricos y otros⁴.

Dentro de los procesos orgánicos que podrían alterarse durante el envejecimiento, pueden citarse: mayor lentitud en los procesos peristálticos del colon, influenciada por vías de transducción de señales y mecanismos celulares que controlan la motilidad de la contracción del músculo liso intestinal⁵; disfunciones en el piso pélvico, disminución en las secreciones enzimáticas, con consecuencias sobre la absorción de ciertas vitaminas y oligoelementos, o una combinación de todos estos eventos. Además, se presentan alteraciones sensoriales, deterioro del estado bucal y pérdida de

piezas dentarias, que hacen que el proceso de masticación sea dificultoso y doloroso. El apetito puede verse reducido⁶, y generalmente se prefieren los alimentos blandos de sabor intensamente dulce o salado, con alto contenido energético y baja densidad de nutrientes. También se produce una escasa ingesta de alimentos aportadores de fibra y líquidos, y una reducida actividad física, con un consecuente descenso en el gasto energético⁷. Secundaria a la presencia de patologías de gran prevalencia en esta población (diabetes mellitus, enfermedad de Parkinson, accidente cerebrovascular, demencia), está el consumo de fármacos (opioides, antidepresivos, antiinflamatorios no esteroideos (AINES), hipnóticos) y suplementos (calcio, hierro), que podrían afectar la motilidad y la evacuación intestinal⁸. Los cambios en los procesos digestivos y las mencionadas modificaciones en los hábitos alimentarios suelen conducir a una insuficiente ingesta de nutrientes y al estreñimiento⁹.

Sin embargo, dentro de la amplia variedad de factores causantes de estreñimiento, usualmente no es tomado en cuenta un factor que también podría incidir sobre la presencia de constipación: las horas de sueño. El insomnio y las alteraciones del sueño (repetidas y frecuentes interrupciones del sueño, largos despertares nocturnos, reducidas horas de sueño, aumentado número de siestas diurnas) son de alta prevalencia en población de AM, resultado de las enfermedades presentes, la medicación consecuente a las mismas, y otros factores sociales y fisiológicos, como menor ingesta, absorción, retención y utilización de nutrientes¹⁰, cambios intrínsecos asociados a la edad y alteraciones de la regulación circadiana del ciclo sueño-vigilia¹¹. Estas alteraciones podrían tener un impacto sumamente negativo tanto en la calidad de vida como en la morbilidad y mortalidad del adulto mayor^{12, 13}, ya que en la actualidad se reconoce al insomnio y alteraciones del sueño como un factor de riesgo cardiovascular para la población adulta^{14, 15} y para adultos mayores, según estudios prospectivos¹⁶.

Es de conocimiento que los ritmos circadianos, como los ciclos de luz y oscuridad, juegan un rol fundamental tanto en la regulación del sueño¹⁷ como en el funcionamiento del tracto gastrointestinal. Sin embargo, a la fecha, existen escasas investigaciones acerca de la posible relación entre los hábitos intestinales y los hábitos de sueño.

El objetivo del presente estudio es determinar la asociación entre horas de sueño durante la semana y fin de semana con el estreñimiento en adultos mayores autónomos.

Metodología

Estudio observacional de corte transversal. La población evaluada fue un grupo de 424 AM autónomos y voluntarios de Santiago (44,7% hombres), pertenecientes al mismo nivel socioeconómico (me-

dio-bajo). El reclutamiento se produjo en centros de AM. Se incluyeron en el estudio AM de ambos sexos, de 60 o más años de edad, para lo cual se utilizó el diagnóstico de funcionalidad del AM (EFAM-Chile)¹⁷. Se consideró autónomo a la persona que obtuvo un puntaje ≥ 43 puntos. Se excluyó a los AM que no respondieran todas las encuestas o que estuvieran sometidos a algún tratamiento farmacológico que pudiera alterar el sueño. Cada participante firmó un consentimiento informado. El protocolo fue revisado y aprobado por el Comité de Ética de la Universidad San Sebastián.

Encuestas

Se aplicaron 3 encuestas a los participantes: la primera fue el Cuestionario de Pittsburg de Calidad de Sueño. La segunda encuesta tomada fue la Escala de heces de Bristol (Bristol Stool Form Scale, BSFS), instrumento de auto-reporte, consistente en una escala visual diseñada para clasificar la forma y consistencia de las heces (Figura 1). Fue desarrollada por Heaton y Lewis en la Universidad de Bristol, Reino Unido, y publicada en 1997²³, y ha sido validada como una medida del tiempo de tránsito gastrointestinal (24-26). Permite la clasificación de las heces en siete tipos, en un rango que va de “terrones separados duros, como nueces, difíciles de evacuar” (tipo 1), a “heces acuosas, sin piezas sólidas, enteramente líquidas” (tipo 7)²⁴. En adultos, la forma de las heces es un indicador del

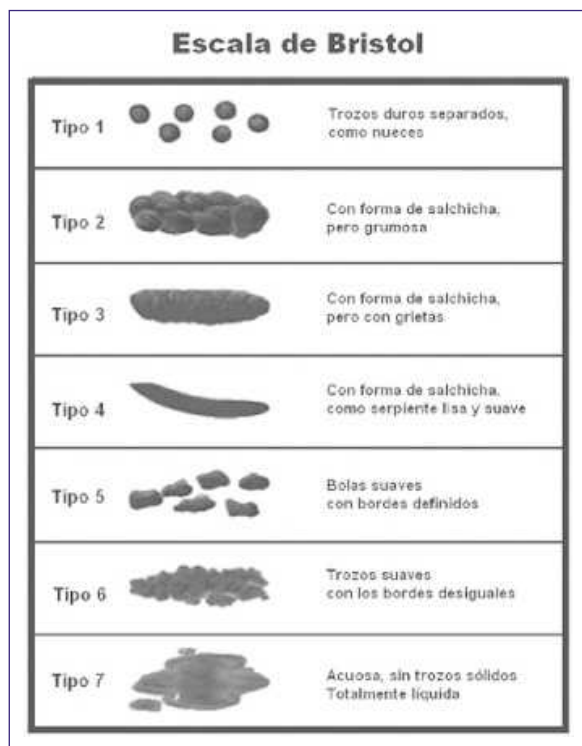


Fig. 1.—Escala de Bristol de consistencia de las deposiciones.

tránsito intestinal, ayudando a diferenciar un tránsito normal de uno lento.

Finalmente se realizó una encuesta alimentaria de tendencia de consumo cuantificada semanal para determinar la ingesta de fibra dietaria. La encuesta realizada incluyó 31 tipos de alimentos (frutas, verduras, cereales, pan, leguminosas, papas), la cual entregó información detallada sobre el consumo de alimentos de cada uno de los encuestados. Las porciones fueron descritas como utensilios típicos de uso en el hogar (vaso, taza, cuchara, cucharadita, plato, etc.), finalmente el cálculo de fibra dietaria se realiza de forma diaria.

Análisis de datos

Para las variables continuas se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad de las variables. Para comparar grupos se utilizó la prueba de ANOVA con un post Hoc de Bonferroni. Para el análisis de variables categóricas se utilizó distribución de frecuencia y Chi². Para el análisis estadístico se utilizó el programa STATA 12.0, considerando significativo un valor de $p < 0,05$.

Resultados

Participaron del estudio 424 adultos mayores sanos, ambulatorios. La edad promedio fue de $73,2 \pm 7,7$ años, peso de $68,0 \pm 12,4$ kg, talla de $1,60 \pm 0,08$ m e IMC $26,3 \pm 3,9$ kg/m².

En la Tabla I se observa que los sujetos que presentan estreñimiento tienen menor actividad física y una mayor dificultad para conciliar el sueño que los sujetos con deposiciones normales. Se presentó una asociación entre la dificultad para quedarse dormido y la consistencia de las deposiciones.

Del total de encuestados, el 50,6% de los AM refiere tener deposiciones normales (tipo 3 y 4), 34,1% refiere tener estreñimiento (tipo 1 y 2) y 14,9% diarrea (tipo 5-7).

Al determinar la ingesta de fibra dietaria no hubo diferencias entre los grupos.

La cantidad de sueño durante la semana fue de $9,0 \pm 1,7$ horas y el fin de semana $9,3 \pm 1,7$ horas

Los AM constipados durante la semana (Figura 2) presenta una mayor cantidad de sueño que los sujetos con una evacuación normal ($9,4 \pm 1,6$ vs $8,8 \pm 1,8$ horas; $p=0,013$). Situación similar ocurre el fin de semana (FDS) (Figura 3). Los AM constipados duermen significativamente más que los AM con evacuación normal ($9,7 \pm 1,5$ vs $9,2 \pm 1,8$; $p=0,024$).

Discusión

El principal resultado de nuestro estudio es que los AM que duermen más horas de lo recomendado tanto

Tabla I
Características generales de la muestra

	Estreñimiento n=145	Normal n=215	Diarrea n=64	Valor p
Sexo (mujeres/hombres) %	57,9/42,0	50,2/49,7	65,6/34,3	
Edad (años)	73,5 ± 7,2	73,1 ± 7,8	73,1 ± 8,4	NS
Peso (kg)	67,4 ± 12,7	69,4 ± 12,3	64,4 ± 11,2	NS
Talla (mt)	1,59 ± 0,08	1,61 ± 0,08	1,58 ± 0,08	NS
IMC (Kg/m ²)	26,1 ± 4,0	26,6 ± 3,9	25,5 ± 3,7	NS
Ingesta fibra dietaria (gr)	21,6 ± 6,7	22,2 ± 6,9	21,8 ± 6,1	NS
Actividad física (si/no) %*	11,7/88,2	26,0/73,9	15,6/84,3	<0,01
Dificultad para quedarse dormido*	51,0/48,9	35,8/64,1	40,6/59,3	<0,01

Valores expresados en media y desviación estándar (DE), Prueba ANOVA, post hoc Bonferroni, *Prueba Chi Cuadrado.

durante la semana como el fin de semana (FDS) presentan mayor constipación que los AM que duermen las horas recomendadas.

Es interesante destacar que no se observó diferencias en las variables según sexo, edad y estado nutricional. La ingesta de fibra dietaria tampoco mostró diferencias significativas. La fibra dietaria juega un rol central en la mejora en la constipación¹⁸. La fibra soluble absorbe agua para convertirse en una sustancia gelatinosa-viscosa que es fermentada por bacterias del tracto digestivo, afectando la microbiota intestinal¹⁹, en cambio la fibra insoluble tiene una acción de aumento de volumen fecal²⁰.

Por otra parte los sujetos que mostraban constipación presentaban un mayor porcentaje de inactividad física²¹. Los mecanismos fisiopatológicos que subyacen al estreñimiento no se conocen completamente. Existen creencias arraigadas como que la actividad física puede incrementar la frecuencia intestinal pero no existe evidencia que corrobore esta situación²². La actividad física moderada no altera la función intestinal,

sin embargo la actividad física vigorosa como correr maratones al parecer incrementa la actividad motora intestinal²³.

La AF, además de afectar la función intestinal, tiene un gran impacto sobre el sistema circadiano. Durante el envejecimiento, pueden observarse cambios en los ritmos circadianos, debilitándose las señales liberadas por el núcleo supraquiasmático. Estudios realizados en ratas demostró que la AF programada podría mejorar el desajuste en los ritmos circadianos diurnos y nocturnos, específicamente en personas que presentaran alteraciones en estos ritmos²⁴. Se sabe que los ritmos circadianos son responsables de innumerables procesos fisiológicos, entre los que se cuenta la función gastrointestinal²⁵.

Los resultados se encuentran en consonancia con la evidencia encontrada en la literatura, que relaciona el sueño con diversas manifestaciones gastrointestinales. Según un estudio aportado por Cremonini y cols, existe relación entre los hábitos de sueño (despertar en la noche con una frecuencia de al menos 4 veces al mes),

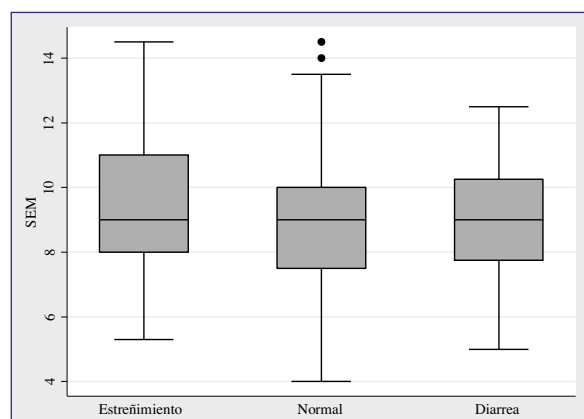


Fig. 2.—Comparación entre las horas de sueño durante la semana, entre adultos mayores que presentan estreñimiento, función normal y diarrea.

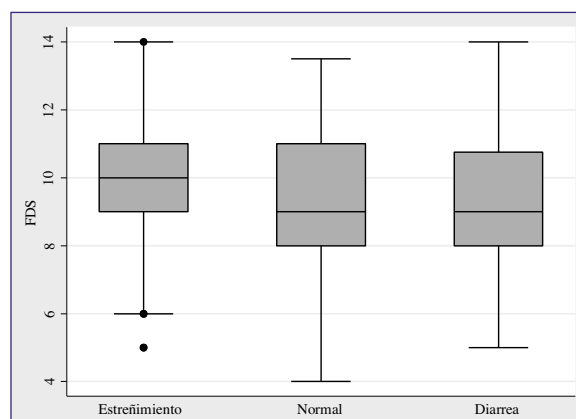


Fig. 3.—Comparación entre las horas de sueño durante el fin de semana, entre adultos mayores que presentan estreñimiento, función normal y diarrea.

y ciertos síntomas gastrointestinales (náusea, disfagia, diarrea, urgencia fecal y sensación de bloqueo anal). Esta asociación se encontró independientemente del género, la edad, estilo de vida e IMC²⁶. En adultos con Síndrome de Intestino Irritable (SII), se encontró una fuerte correlación positiva entre un sueño de calidad pobre y mayor cantidad de síntomas (hinchazón, diarreas y constipación intermitente), presentándose más anormalidades en el sueño de adultos mayores que de adultos de menor edad²⁷. En un estudio realizado con mujeres jóvenes de Taiwán con SII, se pudo apreciar una mayor presencia de alteraciones en el sueño (dificultad para conciliar el sueño, despertar repetidas veces en la noche, despertarse en la mañana sintiendo cansancio, o incapacidad para dormir sin pastillas destinadas para tal fin) en comparación con controles, siendo también mayor la presencia de síntomas gastrointestinales, entre los que se destacan el estreñimiento²⁸. Otro estudio realizado en población adulta china consideró al insomnio como un factor de riesgo para el estreñimiento funcional (tránsito lento y defecación obstructiva), demostrado mediante la mayor incidencia de insomnio en personas con constipación²⁹. Mediante el uso de herramientas objetivas para evaluar la calidad del sueño (actígrafos), pudo observarse que pacientes adultos con estreñimiento funcional presentaron un sueño más fragmentado, con mayor cantidad de despertares. Además, estos pacientes presentaron diferencias en cierto tipo de bacterias intestinales presentes en sus heces, encontrándose menores cantidades de *Bifidobacterium* (positivas para la salud intestinal), y mayores cantidades de *Bacteroidaceae* al compararlos con sujetos control³⁰.

Si bien la mitad de los participantes refirió tener deposiciones de consistencia normal, cerca del 50% presentó estreñimiento y diarrea. A pesar de la ausencia de datos que lo validen, la forma de las heces, y la frecuencia de deposiciones son usadas frecuentemente como indicadores del tránsito intestinal en pacientes constipados. Sería importante realizar un seguimiento a ambas sintomatologías en estos pacientes, ya que en ambas pueden presentar consecuencias negativas. Entre las consecuencias de la constipación crónica se puede mencionar a las hemorroides. Se estima que la mitad de la población mayor de 50 años presenta hemorroides sintomáticas (color rojo brillante, sangrado rectal sin dolor). La presencia de hemorragia rectal incrementa el riesgo de cáncer colorectal³¹. Mediante un estudio multicéntrico en el cual se evaluó la correlación existente entre la forma y frecuencia de las heces y el tránsito intestinal, se halló una correlación moderada entre la forma de las heces y el tránsito gastrointestinal total ($r=0.61$), determinado mediante métodos objetivos. Un valor menor a 3 en la Escala Bristol predijo el tránsito intestinal retrasado en general. Sin embargo, no se encontró ningún tipo de correlación en adultos sanos independiente del género³².

Entre las fortalezas del estudio podemos nombrar que se utilizó encuestas validadas y se trabajó con

adultos mayores sanos. Dentro de las debilidades del estudio podemos destacar que es un estudio transversal, por lo tanto no podemos hablar de causalidad, además de no evaluarse la ingesta de líquidos en los AM, factor importante, ya que la baja ingesta de líquidos se ha asociado a constipación³³. Además no se realizaron estudios polisomnográficos, considerado como el patrón de oro para evaluar el sueño.

Si bien pueden encontrarse reportes que sugieran una relación entre la salud intestinal y el sueño, en general, no se encuentran estudios en los que se evalúe esta situación específicamente en poblaciones como la de los AM, quienes padecen en general ambos trastornos. Hasta el momento, se han realizado investigaciones en animales, que confirman la incidencia de los cambios en el ritmo circadiano según la práctica de AF, y a la vez la relación de ésta con la regularidad intestinal. Resultaría de interés además de investigar la presencia y posible correlación entre ambos, evaluar a largo plazo si el mejoramiento de uno de estos factores podría incidir positivamente sobre el otro.

Conclusiones

En AM de ambos sexos, sanos y autónomos, residentes en la ciudad de Santiago, se encuentra una asociación entre la consistencia de las deposiciones y cantidad de sueño. En los mismos, se presentaba además menor actividad física que en sujetos con una consistencia normal de deposiciones, no presentándose diferencias en el consumo de fibra o el estado nutricional. Los AM constipados dormían significativamente mayor cantidad de horas (tanto en la semana como en el fin de semana) que aquellos con una evacuación normal. Resultaría de interés en próximas investigaciones, evaluar no sólo la presencia y posible correlación entre otros factores novedosos relacionados con la función intestinal, el sueño, y la actividad física, para determinar si a largo plazo, el mejoramiento de uno de estos factores podría incidir positivamente sobre el otro, modificando significativamente la calidad de vida de los AM.

Agradecimientos

Al proyecto código 2013-0007-C, de la Universidad San Sebastián.

Referencias

1. Longstreth GF, Thompson WG, Chey WD, Houghton LA, Mearin F, Spiller RC. Functional bowel disorders. *Gastroenterology*. 2006 Apr;130(5):1480-91.
2. Shih DQ, Kwan LY. All Roads Lead to Rome: Update on Rome III Criteria and New Treatment Options. *Gastroenterol Rep*. 2007 Winter;1(2):56-65.
3. Lembo A, Camilleri M. Chronic constipation. *N Engl J Med*. 2003 Oct 2;349(14):1360-8.

4. Alame AM, Bahna H. Evaluation of constipation. *Clin Colon Rectal Surg.* 2012 Mar;25(1):5-11.
5. Bitar KN. Aging and neural control of the GI tract: V. Aging and gastrointestinal smooth muscle: from signal transduction to contractile proteins. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol.* 2003 Jan;284(1):G1-7.
6. Donini LM, Poggiogalle E, Piredda M, Pinto A, Barbagallo M, Cucinotta D, et al. Anorexia and eating patterns in the elderly. *PLoS One.* 2013;8(5):e63539.
7. Ahmed T, Haboubi N. Assessment and management of nutrition in older people and its importance to health. *Clin Interv Aging.* 2010;5:207-16.
8. Ueki T, Nagai K, Mizukami Y, Takahashi A, Ooe N, Nakashima MN, et al. Cross-sectional study on relationship between constipation and medication in consideration of sleep disorder. *Yakugaku Zasshi.* 2011;131(8):1225-32.
9. Restrepo S. Hábitos alimentarios en el adulto mayor y su relación con los procesos protectores y deteriorantes de la salud. *Rev Chil Nutr.* 2006;33(3):500-10.
10. Abbasi B, Kimiagar M, Sadeghniaat K, Shirazi MM, Hedayati M, Rashidkhani B. The effect of magnesium supplementation on primary insomnia in elderly: A double-blind placebo-controlled clinical trial. *J Res Med Sci.* 2012 Dec;17(12):1161-9.
11. Bloom HG, Ahmed I, Alessi CA, Ancoli-Israel S, Buysse DJ, Kryger MH, et al. Evidence-based recommendations for the assessment and management of sleep disorders in older persons. *J Am Geriatr Soc.* 2009 May;57(5):761-89.
12. Grandner MA, Sands-Lincoln MR, Pak VM, Garland SN. Sleep duration, cardiovascular disease, and proinflammatory biomarkers. *Nat Sci Sleep.* 2013;5:93-107.
13. Grandner MA, Jackson N, Gerstner JR, Knutson KL. Dietary nutrients associated with short and long sleep duration. Data from a nationally representative sample. *Appetite.* 2013 May;64:71-80.
14. Grandner MA, Perlis ML. Insomnia as a cardiometabolic risk factor. *Sleep.* 2013 Jan;36(1):11-2.
15. Wallander MA, Johansson S, Ruigomez A, Garcia Rodriguez LA, Jones R. Morbidity associated with sleep disorders in primary care: a longitudinal cohort study. *Prim Care Companion J Clin Psychiatry.* 2007;9(5):338-45.
16. Jausset I, Empana JP, Ancelin ML, Besset A, Helmer C, Tzourio C, et al. Insomnia, daytime sleepiness and cardio-cerebrovascular diseases in the elderly: a 6-year prospective study. *PLoS One.* 2013;8(2):e56048.
17. Konturek PC, Brzozowski T, Konturek SJ. Gut clock: implication of circadian rhythms in the gastrointestinal tract. *J Physiol Pharmacol.* 2011 Apr;62(2):139-50.
18. Yang J, Wang HP, Zhou L, Xu CF. Effect of dietary fiber on constipation: a meta analysis. *World J Gastroenterol.* 2012 Dec 28;18(48):7378-83.
19. Kuo SM. The interplay between fiber and the intestinal microbiome in the inflammatory response. *Adv Nutr.* 2013 Jan;4(1):16-28.
20. Anderson JW, Baird P, Davis RH, Jr., Ferreri S, Knudtson M, Koraym A, et al. Health benefits of dietary fiber. *Nutr Rev.* 2009 Apr;67(4):188-205.
21. Iovino P, Chiarioni G, Bilancio G, Cirillo M, Mekjavic IB, Pissot R, et al. New onset of constipation during long-term physical inactivity: a proof-of-concept study on the immobility-induced bowel changes. *PLoS One.* 2013;8(8):e72608.
22. Simren M. Physical activity and the gastrointestinal tract. *Eur J Gastroenterol Hepatol.* 2002 Oct;14(10):1053-6.
23. Bingham SA, Cummings JH. Effect of exercise and physical fitness on large intestinal function. *Gastroenterology.* 1989 Dec;97(6):1389-99.
24. Schroeder AM, Truong D, Loh DH, Jordan MC, Roos KP, Colwell CS. Voluntary scheduled exercise alters diurnal rhythms of behaviour, physiology and gene expression in wild-type and vasoactive intestinal peptide-deficient mice. *J Physiol.* Dec 1;590(Pt 23):6213-26.
25. Malloy JN, Paulose JK, Li Y, Cassone VM. Circadian rhythms of gastrointestinal function are regulated by both central and peripheral oscillators. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol.* 2012 Aug 15;303(4):G461-73.
26. Cremonini F, Camilleri M, Zinsmeister AR, Herrick LM, Beebe T, Talley NJ. Sleep disturbances are linked to both upper and lower gastrointestinal symptoms in the general population. *Neurogastroenterol Motil.* 2009 Feb;21(2):128-35.
27. Bellini M, Gemignani A, Gambaccini D, Toti S, Menicucci D, Stasi C, et al. Evaluation of latent links between irritable bowel syndrome and sleep quality. *World J Gastroenterol.* 2011 Dec 14;17(46):5089-96.
28. Lu CL, Chang FY, Lang HC, Chen CY, Luo JC, Lee SD. Gender difference on the symptoms, health-seeking behaviour, social impact and sleep quality in irritable bowel syndrome: a Rome II-based survey in an apparent healthy adult Chinese population in Taiwan. *Aliment Pharmacol Ther.* 2005 Jun 15;21(12):1497-505.
29. Shen F, Zhou HQ, Chen GY, Fan JG, Zong CH, Wang ZJ, et al. [An epidemiologic study on functional constipation among adult communities in Shanghai]. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi.* 2012 Mar;33(3):296-300.
30. Ono S, Komada Y, Kamiya T, Shirakawa S. A pilot study of the relationship between bowel habits and sleep health by actigraphy measurement and fecal flora analysis. *J Physiol Anthropol.* 2008 May;27(3):145-51.
31. Fox A, Tietze PH, Ramakrishnan K. Anorectal conditions: hemorrhoids. *FP Essent.* 2014 Apr;419:11-9.
32. Saad RJ, Rao SS, Koch KL, Kuo B, Parkman HP, McCallum RW, et al. Do stool form and frequency correlate with whole-gut and colonic transit? Results from a multicenter study in constipated individuals and healthy controls. *Am J Gastroenterol.* 2009 Feb;105(2):403-11.
33. Markland AD, Palsson O, Goode PS, Burgio KL, Busby-Whitehead J, Whitehead WE. Association of low dietary intake of fiber and liquids with constipation: evidence from the National Health and Nutrition Examination Survey. *Am J Gastroenterol.* 2013 May;108(5):796-803.



Original/Ancianos

Nutritional status, muscle mass and strength of elderly in Southern Brazil

Maria Helena Klee Oehlschlaeger^{1,2}, Carla Alberici Pastore^{1,3}, Adriana Schüler Cavalli^{2,4} and Maria Cristina Gonzalez¹

¹Post-Graduation Program on Health and Behavior – Catholic University of Pelotas. ²Physical Education College – Federal University of Pelotas. ³Nutrition College – Federal University of Pelotas. ⁴Post-Graduation Program on Physical Education – Federal University of Pelotas. Brazil.

Abstract

Aims: to assess and compare nutritional status and functional capacity of elderly goers of groups for guided physical activity or for guided recreational activities.

Methods: Cross-sectional study with 210 elderly (60 years old or more) of coexistence groups (for physical or recreational activities). Nutritional status was assessed by the Mini Nutritional Assessment and Body Mass Index. Muscle mass was estimated by calf circumference (cut point of 31cm for both genders) and strength was evaluated by hydraulic dynamometer, which measures the opponent's finger maximal strength. The study was approved by Research Ethics Committee.

Results: Were enrolled 106 elderly in recreational group and 104 in physical activity group. Most of the sample (86.7%) were female. The mean age was 69.3 years old. Body Mass Index showed 82.9% of seniors with excessive weight (87.7% in recreational and 77.9% in physical activity group, $p=0.04$). When assessed by Mini Nutritional Assessment, 22.9% was classified as malnourished or at risk of malnutrition, with no difference between groups. The mean calf circumference was 37.3 ± 4.1 cm, decreasing significantly with aging ($p=0.05$) and being higher in elderly with higher BMI ($p=0.001$). Calf circumference was also greater in physical activity group. Muscle strength's mean was 6.77 (IQR: 5.83, 7.90) kg, with significantly higher values among men. There was no significant variation between age, nutritional status or between groups.

Conclusions: This study presented as its main findings that most seniors showed no nutritional risk, with high prevalence of overweight. The practice of physical activities was associated with greater CP and greater functionality of the opposing finger muscles, which indicates the importance of maintaining physical activity in the aging process, in order to prevent frailty and disability.

(Nutr Hosp. 2015;31:363-370)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7264

Key Words: Aging. Physical capacity. Frailty. Calf circumference. Dynamometry.

Correspondence: Carla Alberici Pastore.
Rua Taquari, 617, Laranjal. CEP: 96090-770, Pelotas - RS - Brazil.
E-mail: pastorecarla@yahoo.com.br

Recibido: 8-I-2014.
1.ª Revisión: 5-III-2014.
Aceptado: 16-IX-2014.

ESTADIO NUTRICIONAL, MASA MUSCULAR Y FUERZA DE ANCIANOS EN EL SUR DE BRASIL

Resumen

Objetivos: evaluar y comparar el estado nutricional y la capacidad funcional de ancianos frecuentadores de grupos de actividad física o de actividad recreacional.

Métodos: estudio transversal con 210 ancianos (edad igual o superior a 60 años) de grupos de convivencia (de actividad física o recreacional). El estado nutricional fue evaluado por la Mini Evaluación Nutricional y por el Índice de Masa Corporal. La masa muscular fue estimada por la circunferencia de la pantorrilla (punto de corte 31cm para ambos géneros) y la fuerza fue evaluada por dinamómetro hidráulico, que mide la fuerza máxima de pinza de la mano. Este proyecto fue aprobado por Comité Ético de Investigación.

Resultados: Participaron 106 ancianos del grupo recreacional y 104 del grupo de actividad física. La mayoría eran mujeres (86.7%). La edad promedio fue 69.3 años. El Índice de Masa Corporal presentó 82.9% de los ancianos con peso excesivo (87.7% en el grupo recreacional y 77.9% en el grupo actividad física, $p=0.04$). Cuando evaluado por la Mini Evaluación Nutricional, 22.9% de los ancianos presentaron desnutrición o riesgo para desnutrir. La circunferencia de la pantorrilla fue de 37.3 ± 4.1 cm, decreciente con el envejecimiento ($p=0.05$) y siendo mayor en ancianos con IMC más alto ($p=0.001$). La pantorrilla también fue mayor en el grupo de actividad física. La fuerza muscular tuvo promedio de 6.77Kg, con valores significativamente mayores entre los hombres. No hubo diferencias significativas entre distintas edades, estado nutricional o entre los grupos.

Conclusiones: este estudio tiene como principales contribuciones que la mayoría de los ancianos que frecuentan grupos de convivencia no presentaron riesgo nutricional, con alta prevalencia de exceso de peso. La práctica física fue asociada con mayor masa muscular y funcionalidad, lo que indica la importancia de mantener la práctica física en el proceso de envejecimiento para prevenir fragilidad y disfunción.

(Nutr Hosp. 2015;31:363-370)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7264

Palabras Clave: Envejecimiento. Capacidad física. Fragilidad. Circunferencia de la pantorrilla. Dinamometría.

Abbreviations

BMI: Body Mass Index.
CC: Calf Circumference.
GSOT: Grip Strength of the Opposable Thumb.
IQR: Inter Quartile Range .
MNA: Mini Nutritional Assessment.
PAG: Physical Activity Group.
RG: Recreational Group.
WHO: World Health Organization.

Introduction

Currently many discussions focus on the implications of global aging on public health. Demographics show that the world's population aged 60 or older will triple in 50 years, from 600 million in 2000 to over two billion by 2050, with two-thirds of seniors currently living in the developed world¹. This global aging will have a major impact on the health system due to increased morbidity and increased need for hospitalization and / or institutionalization of individuals, as age advances².

Good health is essential for older people to remain independent and to continue to participate actively in the life of family and community. Health promotion is the guarantee of preventing or delaying the onset of chronic diseases such as cardiovascular diseases, cancer and diabetes².

The relationship between physical activity, health and aging has been increasingly discussed and studied in scientific circles. During the aging process, body changes occur, among which the decrease in lean body mass with loss in muscle strength, affecting the functional capacity^{3,4}.

Several instruments have been developed to assess nutritional status in the elderly, including the Mini Nutritional Assessment (MNA). This is a validated instrument and considered the golden standard for this population for being practical, non-invasive, with simple measurements and quick questions⁵⁻⁷.

The Body Mass Index (BMI) is also an indicator of nutritional status often used due to the ease of its application, the existence of reference patterns that allow comparisons between populations, it not being invasive and also not an expensive process⁸. However, there are constraints to their use in the elderly, as it fails to identify the exchange that takes place between body compartments (lean mass and fat) during the aging process.

Another widely used parameter, considered a very important anthropometric measurement of muscle mass in elderly, is the calf circumference (CC). The CC provides an estimate of protein reserve and can be used in nutritional assessment programs, assisting in the detection of risks to ensure appropriate interventions, improving the quality of life of elderly⁹. According to the World Health Organization, the CC provides the most sensitive measure of muscle mass

in the elderly. Works interested in anthropometric measurements suggest the CC as an important measure for evaluating the loss of muscle mass. This measure would indicate changes in lean mass that occur with age and the decrease in physical activity^{5,10,11}.

Currently, another simple method that has been used to monitor the nutritional status is the handgrip dynamometry, which can be taken by different equipment. The tools that feature the highest coefficient of validity and reliability are used to measure handgrip strength and the clamping forces of the opposing thumb, respectively. Handgrip dynamometry is widely used for a specific measure of hand strength¹². The assessment of hand function and, specifically, of clamping forces, allows us to identify seniors who may be unable to perform simple activities of daily living and provides us important information to measure the effectiveness of treatment^{13,14}. This evaluation provides us simple information, such as force levels and their relationship to healthy or not populations, of different genders and different age groups. It also identifies the manual function deterioration that occurs as a result of the normal aging and diseases often found in older people, such as osteoporosis, osteoarthritis and rheumatoid arthritis¹². The Pinch Gauge (finger hydraulic dynamometer) is a tool to assess the grip strength of the opposable thumb (GSOT), and was chosen for this study because there are few references on its use and it presents itself as more user-friendly for the elderly, as these can often be affected by diseases that impair hand mobility.

Therefore, this study aims to assess the nutritional status and functional capacity of elderly seen in groups of coexistence. In this context, this work aims to compare elderly groups who meet to practice guided physical activity with those who gather for guided recreational activities.

Methods

Population and sample

We conducted a cross-sectional study with a convenience sample consisting of 210 elderly (60 years or more, according to the Ministry of Health of Brazil) linked to coexistence groups in the city of Pelotas, RS, Brazil. Of this total, 104 individuals attending a group whose goal was the practice of regular, supervised physical activities, according to WHO recommendations (Physical Activity Group - PAG), and 106 attended a group that met for social and recreational activities (Recreational Group - RG).

Instruments and data collection

The elderly were invited to participate in the study after being properly informed about their goals and

procedures, and those who agreed to participate signed a consent form. Subjects were then weighed (Tanita™ electronic scale HS301) and measured (Cardiomed WCS™ portable stadiometer) according to standard techniques, barefoot and wearing light clothing.

Then seniors answered a standardized and pre-coded questionnaire with questions regarding gender, age and education. For socioeconomic status, we used the questionnaire of the Brazilian Association of Research Companies, which uses information about education of household head and ownership of certain goods, such as television, refrigerator, radio and automobile, and the presence of domestic workers at home. From the scores achieved, individuals are classified into classes A (wealthiest), B, C, or E (less favored).

Nutritional status was assessed using the Mini Nutritional Assessment tool (MNA)⁷. The MNA assesses food intake, recent weight loss, mobility, and recent history of psychological stress or acute disease, as well as the existence of neurological problems. It also features the Body Mass Index (BMI = weight [kg] divided by height [m]²) or, in its absence, the calf circumference (CC). Through scores generated based on questions, the MNA classifies individuals as with “normal nutritional status”, “at risk of malnutrition” or “undernourished”.

Still in order to classify nutritional status, we used the BMI that classifies individuals into categories: malnutrition (BMI <18.5 kg / m²), normal weight (BMI 18.5 to 24.9 kg / m²), overweight (BMI 25.0 and 29.9 Kg / m²) or obese (BMI ≥ 30 kg / m²)¹⁵.

In order to evaluate the muscular mass, we used the CC obtained at the point of greatest circumference of the leg. We considered 31 cm to be the universal cut-off point for CC in the elderly as the lower limit of adequate muscle mass for both genders⁷.

The GSOT was tested through the hydraulic finger dynamometer (Pinch Gauge™), which quantitatively measures the opponent's finger maximal isometric muscle strength in kilograms, the average value of three successive measurements of the dominant hand being used as a final result.

Ethical Aspects

The Statement of Free and Informed Consent from all study participants was obtained. The research project was approved by the Research Ethics Committee of the Catholic University of Pelotas (Number 172 514).

Data Processing and Statistical Analysis

The data was processed with double entry and consistency analysis with the Epi Info 6.04d™ software. Statistical analyzes were performed using Stata™ 11.1

software. For comparison of prevalences it was used the chi-square test. In order to comparison of averages we used Student t test and for the comparison of medians, when data showed non-parametric distribution, the Mann-Whitney and Kruskal-Wallis tests were applied. It was considered the level of significance of 5% for all tests.

Results

The sample consisted of 210 seniors, 106 of the RG and 104 of the PAG. Most seniors were female (86.7%) and the average age was 69.3 ± 5.9 years old, with a minimum of 60 and maximum of 89.4 years. The elderly in the RG presented considerable higher age than those in the PAG (70.5 ± 6.4 versus 68.2 ± 5.1, respectively, p = 0.02). While in the PAG only 28% had age over 70 years, 47% of RG were 70 years or older. Over half of the sample belonged to socioeconomic class “C” and most had schooling up to complete primary education (Table I).

Regarding nutritional status assessed by BMI, 82.9% of seniors had with excessive weight (overweight and obesity), with a higher prevalence in the elderly from RG (87.7% versus 77.9% in the PAG, p = 0.04). However, when assessed by MNA, 22.9% of the sample was classified as malnourished or at risk of malnutrition, with no difference between groups (Table I).

In Table II, we present the concordance between nutritional diagnosis made by the BMI and the MNA. The only senior who had a BMI <18.5 kg/m² was classified by the MNA as at nutritional risk. However, 17.1% of elderly people with normal BMI were identified by MNA as at nutritional risk. Among seniors with a BMI above 25 kg/m², 23.6% were identified as at risk or malnourished by the MNA.

The CC presented an average value of 37.3 ± 4.1 cm, in the overall sample. The CC decreases significantly with age (p = 0.05) and was significantly higher in elderly patients with higher BMI (p = 0.001), as can be seen in Table III. The CC was also different between RG and PAG, being greater in the latter group (36.5 ± 3.9 and 38.2 ± 4.1 cm, respectively, p = 0.002). No significant differences were found between genders in CC and nutritional status as assessed by MNA.

Only six individuals (2.9% of total) showed a decrease in muscle mass (CC <31 cm), five in RG and one in PAG (p = 0.2). There was no significant association between lower muscle mass and sex (CC <31cm: 3.6% among men and 2.8% among women, p = 0.6). There was also no association between lower muscle mass and age of the elderly in decades (p = 0.3). A significant association (p = 0.03) between the decrease in muscle mass and BMI was found: the elderly with BMI <18.5 kg/m², as would be expected, showed CC <31 cm, but 2.9% of the elderly who are overweight

Table I
Sample's description of elderly goers of Recreational and Physical activities groups in Pelotas/RS/Brazil, 2013

Characteristics	General Sample (n= 210)	Recreational Group (n= 106)	Physical Activity Group (n= 104)	p value ^a
Age				0.01 ^b
60 - 69 years old	131 (62.4%)	56 (52.8%)	75 (72.1%)	
70 - 79 years old	67 (31.9%)	41 (38.7%)	26 (25.0%)	
80 - 89 years old	12 (5.7%)	9 (8.5%)	3 (2.9%)	
Gender				0.6
Male	28 (13.3%)	14 (13.2%)	14 (13.5%)	
Female	182 (86.7%)	92 (86.8%)	90 (86.5%)	
Economic Situation				0.001 ^b
A	2 (0.9%)	0 (0.0%)	2 (1.9%)	
B	81 (38.6%)	30 (27.4%)	52 (50.0%)	
C	109 (51.9%)	67 (63.2%)	42 (40.4%)	
D	18 (8.6%)	10 (9.4%)	8 (7.7%)	
Schooling				0.2
Illiterate	26 (12.4%)	15 (14.1%)	11 (10.6%)	
Incomplete basic education	60 (28.6%)	33 (31.1%)	27 (25.9%)	
Basic Education	60 (28.6%)	34 (32.1%)	26 (25.0%)	
High School	41 (19.5%)	16 (15.1%)	25 (24.1%)	
Higher Education	23 (10.9%)	8 (7.6%)	15 (14.4%)	
BMI				0.1 ^b
Under nutrition	1 (0.5%)	1 (1.0%)	0 (0.0%)	
Eutrophic	35 (16.7%)	12 (11.3%)	23 (22.1%)	
Overweight	85 (40.5%)	44 (41.5%)	41 (39.4%)	
Obesity	89 (42.4%)	49 (46.2%)	40 (38.5%)	
MNA				0.8 ^b
Malnutrition	5 (2.4%)	3 (2.8%)	2 (1.9%)	
Risk for malnutrition	43 (20.5%)	23 (21.7%)	20 (19.2%)	
Normal nutritional status	162 (77.1%)	80 (75.5%)	82 (78.9%)	
Total	210 (100%)	106 (100%)	104 (100%)	

^a χ^2 test; ^bFisher's Exact test,

Table II
Agreement of nutritional diagnosis by Body Mass Index (BMI) and Mini Nutritional Assessment (MNA) in 210 elderly subjects

BMI	MNA		
	Malnutrition n (%)	Nutritional Risk n (%)	Normal n (%)
< 18.5 kg/m ²	0	1 (100)	0
18.5 a 24.9 kg/m ²	0	6 (17.1)	29 (82.9)
≥ 25 kg/m ²	5 (2.9)	36 (20.7)	133 (76.4)

also had CC <31 cm. Regarding nutritional status as assessed by the MNA, a linear trend between lower muscle mass and malnourishment has been found. We observed CC <31 cm in only 1.9% of normal elderly by MNA in contrast to the 20% observed in those classified as malnourished (p = 0.03).

To check whether the type of activity would be significantly determinant of CC, even after adjusting for the possibly confounding remaining variables (age and BMI), a multivariate analysis (linear regression) was performed. The results can be seen in Figure 1: the increase of age and BMI <18.5 kg/m² significantly

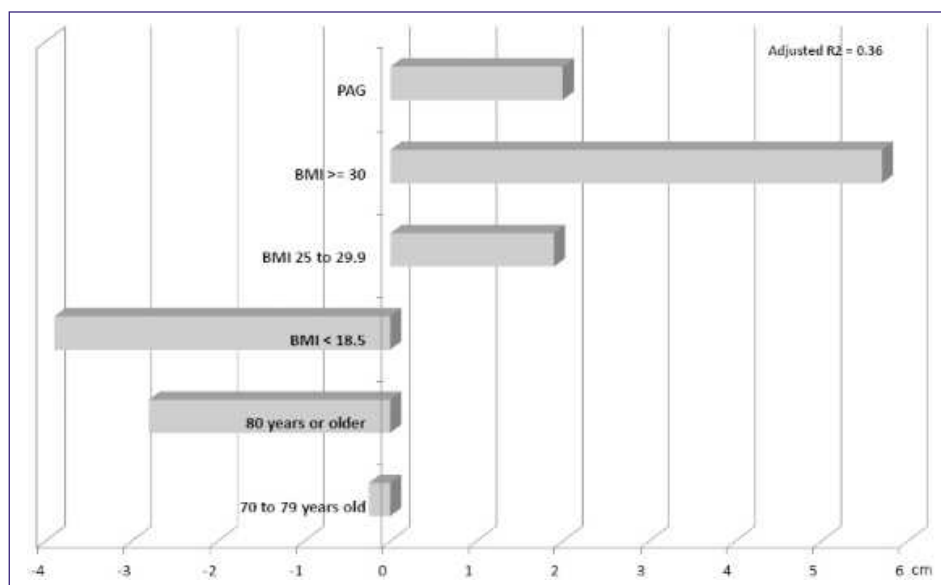


Fig. 1.—Type of activity and calf circumference (multivariate analysis – linear regression).

decrease the CC whereas a BMI greater than 25 kg/m² significantly increases the CC. The elderly from the PAG had the highest CC 2.0 cm, compared with the RG, even after controlling for age and BMI.

Muscle strength of the overall sample, measured by GSOT reached an average of 6.77 kg (IQR: 5.83, 7.90), with significantly higher values among men (Table III). There was no significant variation between

Table III
Calf Circumference (CC) and pinch strength distribution among sample's characteristics.

Characteristics	N	CC (cm) Mean	p value	Pinch (kg) Median (IQR)	p value
Gender					
Female	182	37.3 ± 4.2	0.9 ^a	6.5 (5.7;7.6)	<0.001 ^d
Male	28	37.4 ± 3.1		9.8 (8.4;11.1)	
Age					
			0.05 ^b		0.9 ^c
60 – 69 years old	131	37.6 ± 4.0		6.8 (5.8;8.1)	
70 – 79 years old	67	37.3 ± 3.9		6.7 (5.8;7.8)	
80 years old or more	12	34.6 ± 5.1		6.6 (6.1;7.7)	
BMI					
			0.001 ^c		0.1 ^c
< 18.5 kg/m ²	1	29.5		10.7	
18.5 a 24.9 kg/m ²	35	34.5 (33;36)		6.3 (5.7;7.2)	
≥ 25 kg/m ²	174	37.5 (35.5;40)		6.9 (5.8;8.1)	
MNA					
			0.7 ^b		0.3 ^c
Malnutrition	5	36 (34;40)		5.8 (5.6;7.0)	
Nutritional Risk	43	37 (35;41.5)		6.5 (5.7;8.2)	
Well nourished	162	37 (34.5;40)		6.9 (5.9;7.9)	
Group					
			0.002 ^a		0.5 ^d
Physical Activity	104	38.2 ± 4.1		6.8 (6.0;8.2)	
Recreational Activity	106	36.5 ± 3.9		6.7 (5.8;7.8)	

^a T test; ^b ANOVA; ^c Kruskal-Wallis test; ^d Mann-Whitney test.

Table IV
Pinch strength distribution among sample's characteristics between gender

Characteristic	N	Female	p value	n	Male	p value
Age			0.8 ^a			0.4 ^a
60 – 69 years old	113	6.7 (5.7;7.7)		18	10.0 (7.8;11.3)	
70 – 79 years old	59	6.4 (5.7;7.3)		8	10.4 (9.4;11.0)	
80 years old or more	10	6.5 (5.9;7.0)		2	8.2 (7.7;8.8)	
BMI			0.06 ^a			0.8 ^a
< 18.5 kg/m ²	0	---		1	10.7	
18.5 – 24.9 kg/m ²	30	6.2 (5.7;6.8)		5	11.0 (8.2;11.2)	
≥ 25 kg/m ²	152	6.7 (5.8;7.7)		22	9.5 (8.7;11.0)	
MNA			0.5 ^a			0.3 ^a
Malnutrition	5	5.8 (5.6;7.0)		0	---	
Nutritional Risk	39	6.3 (5.7;7.6)		24	10.7 (10.1;11.1)	
Well nourished	138	6.6 (5.8;7.6)		4	9.4 (8.0;11.1)	
Group			0.6 ^b			0.04 ^b
Physical Activity	90	6.5 (5.9;7.4)		14	10.8 (9.3;11.6)	
Recreational Activity	92	6.5 (5.7;7.6)		14	8.8 (7.7;10.6)	

^aKruskal-Wallis test; ^bMann-Whitney test.

age groups, nutritional status classified by the MNA or the BMI, or between groups of elderly people in PAG and RG.

As a significant difference between the values of GSOT between men and women was found, associations between the values of GSOT and remaining variables (age, BMI, nutritional status and activity group) were tested according to gender (Table IV). There was a tendency that women with higher BMI showed higher values GSOT ($p = 0.06$). Among men, those in the PAG presented more strength than those in the RG. No other associations with the remaining variables were found.

Discussion

The present study aimed to evaluate the nutritional status, the reservation of lean mass and muscle strength in elderly belonging to different groups of activities.

Studies subjects showed high prevalence of overweight (83%), according to BMI ($BMI \geq 25 \text{ kg/m}^2$). In RG, 87.7% were overweight while 78% in PAG. Other studies conducted in elderly in Brazil found lower prevalences of overweight, as Campos et al (2006) found 43.6% of overweight among 1519 elderly studied in the Northeast and Southeast regions of the country¹⁶. Barbosa et al (2007), in São Paulo (southeastern Brazil), found 40.5% of women and 21.6% of men with BMI greater than or equal to 28 kg/m^2 ¹⁷. In Viçosa, MG, also in the country's southeast, Gonçalves et al

(2012) found 50.5% of overweight among seniors who were regulars in a city program for the third age¹⁸. Fares et al (2012), in a comparative study amidst seniors in Bahia (Northeast) and Santa Catarina (southern Brazil), found a higher prevalence of overweight in individuals who lived in the southern region (52.8% versus 28.2%), yet lower than in this study¹⁹. In a study from Leite-Cavalcanti et al (2009) conducted in Joao Pessoa, PB (north east), 100% of the elderly were overweight, and 53.9% of them obese²⁰. This study, however, got a sample of seniors who sought treatment in an outpatient health care facility, which may have biased their sample. The south of Brazil, especially Rio Grande do Sul, has a high prevalence of obesity in the general population when compared to other regions/states²¹, which may have contributed to the findings of this study.

In studies conducted in other countries, the prevalence of overweight among elderly range from 64.5% in Turkey²², through 62.3% in Mexico²³ and 29.6% in Havana, Cuba²⁴.

When the nutritional status of the elderly was assessed by MNA, the present study found only one malnourished individual and 20% at risk of malnourishment. Findings by Kucukerdonmez et al (2005), studying seniors in Turkey, pointed to much higher prevalences (7.8% malnourished and 76% at nutritional risk)²². Similarly, a study conducted in Spain found a high prevalence of malnourishment (12.5%) and risk of malnutrition (57%); it should be emphasized that the average age of this sample is more than 10 years

higher than the one in the present study (80.7 versus 69.3 years, respectively) and that the increase of age is implicated in worsening of the nutritional status²⁵. On the other hand, Tsai et al (2010), in a study conducted with elderly people in Taiwan, has found prevalences more similar to those of the present study (0.7% of malnutrition and 16.6% risk of malnourishment)²⁶.

It is worth emphasizing that among the seniors classified by BMI as overweight, over 20% were considered at nutritional risk according to the MNA, since this specific tool for use in the elderly conducts a comprehensive evaluation of the health of the aged and the conditions that may impact their food habits. Thus, the MNA is able to anticipate negative changes in nutritional status, classifying the risk of malnourishment. BMI, in its turn, is limited to assessing the immediate anthropometric conditions of individuals⁷.

The CC, assessed as a reserve of appendicular skeletal muscle mass among elderly²⁷, reached an average of 37.3 cm in the present sample, decreasing significantly with age. And proportionally increasing BMI. We observed also that, in the present study, the PAG showed higher average of CC than RG, identifying physical activity as an important factor in maintaining the reserve of lean mass among elderly. The difference remained even after a logistic regression controlling for age and BMI, which means that physical activity may have been an important factor in the preservation of muscle mass in the PAG group.

Using the cutoff point suggested by the literature, less than 3% of the sample had less than 31 cm CC, also with no difference between gender and age. Similar results were found in a study conducted in Spain with more than 22,000 seniors of both genders, in which 16.6% of men and 23.5% of women had CC lower than 31cm, this being associated with lower BMI, higher scores on the MNA and higher prevalence of malnourishment²⁸. It is worth mentioning that this Spanish had a study sample with an average age higher than the one in the present study (75.2 years). Tsai et al (2013), while evaluating seniors in Taiwan, found 2.8% with CC less than desirable, quite similar result to the one in this study. Still as a similarity with the present study, 56% of the Taiwanese sample practiced physical activities three or more times per week, with a minimum of 30 minutes moderate to intense exercise. The authors, however, used cutoff points different from the ones in this study, fit for the Taiwanese population (<28cm for men and <25 cm for women)²⁹. We observed that the sample showed seniors who are overweight according to the BMI, which showed reduced CC, suggesting that the combination of two simple methods can trace sarcopenic obesity, a condition with important prognostic implications involved in the pathogenesis of frailty in seniors³⁰.

The study indicated that GSOT seems to decrease with increasing age, in agreement with the study by Rahman et al, which considers ordinary the hand's loss of functionality with senescence³¹. Men had higher

strength than women in all age groups except over 80 years old, in agreement with Jansen et al, stating that the difference decreases with advancing age because men lose strength more abruptly than women¹³. Su et al (1995) found that in a sample of seniors in Taiwan the strength of the handgrip decreased with age and, furthermore, has demonstrated that the decline was deeper after 70 years, in accordance with this study³².

There was no significant difference in GSOT between PAG and RG. There may have been a confounding aspect, because among the recreational activities performed by RG there was an activity with handling of percussion instruments, which may have contributed positively with the tropism of hand muscles.

Men were significantly stronger than women, with women showing values of 6.47 kg and men showing 9.83 kg. Other studies have found similar results, such as the one by Gunther (2008), who obtained similar findings in a sample of 769 adults aged 20 to 95 years, where the strength was also lower in women, 6.6 kg in the right hand and 6.1 kg in the left hand and right and 10.4 kg in the right hand and 9.7 kg in the left hand for men³³. Hanten et al (1999) demonstrated that age can affect men and women differently. In a cross-sectional study of 1182 volunteers aged 20 to 64 years there has been a decline in grip strength for men starting from 55 years for men and 60 years for women³⁴.

The present study provides important information about the nutritional and functional status of healthy and non-institutionalized elderly. However, it presents some limitations regarding the size and sample selection (sample of convenience).

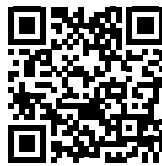
Conclusions

This study presented as its main findings that most seniors showed no nutritional risk, with high prevalence of overweight. The practice of physical activities was associated with greater CP and greater functionality of the opposing finger muscles, which indicates the importance of maintaining physical activity in the aging process, in order to prevent frailty and disability.

References

1. IBGE. Suplementos de saúde da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) 1999/2009. In: Estatística IBGE, ed. Brasília; 2010.
2. Koopman R, van Loon LJ. Aging, exercise and muscle protein metabolism. *J Appl Physiol* 2009;106(6):2040-8.
3. Guimarães LHCT, Galdino DCA, Martins FLM, Abreu SR, Lima M, Vitorino DFM. Functional capacity assessment in elderly on physiotherapy. *Rev Neuroc* 2004;12(3):130-3.
4. Martín FG, Nebuloni CC, Najas MS. Correlation between nutritional status and hand grip strength in elderly. *Rev Bras Geriatria Gerontologia* 2012;15(3):493-504.
5. Guigoz Y. The Mini Nutritional Assessment (MNA) review of the literature-What does it tell us? *J Nutr Health Aging* 2006;10(6):466-85.

6. Guigoz Y, Vellas BJ. Malnutrition in the elderly: the Mini Nutritional Assessment (MNA). *Ther Umsch* 1997;54(6):345-50.
7. Kaiser MJ, Bauer JM, Ramsch C, Uter W, Guigoz Y, Cederholm T et al. Validation of the Mini Nutritional Assessment short-form (MNA-SF): a practical tool for identification of nutritional status. *J Nutr Health Aging* 2009;13(9):782-88.
8. Gibson RS. Principles of Nutritional Assessment. *New York: Oxford University Press*. 1990:162-186.
9. Menezes TN, Marucci MFN. Trends in body fat and muscle mass among elderly individuals in Fortaleza, Ceará State, Brazil. *Cad Saude Pública* 2007;23(12):2887-95.
10. Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico *Am J Epidemiol* 1998;147(8):755-63.
11. Chumlea WC, Guo SS, Vellas B, Guigoz Y. Techniques of assessing muscle mass and function (sarcopenia) for epidemiological studies of the elderly. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1995;50:45-51.
12. Carmeli E, Patish H, Coleman R. The aging hand. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2003;58(2):146-52.
13. Jansen CW, Niebuhr BR, Coussirat DJ, Hawthorne D, Moreno L, Phillip M. Hand force of men and women over 65 years of age as measured by maximum pinch and grip force. *J Aging Phys Act* 2008;16(1):24-41.
14. Blackman DK, Kamimoto LA, Smith SM. Overview: surveillance for selected public health indicators affecting older adults-United States. *MMWR CDC Surveill Summ* 1999;48(8):1-6.
15. WHO Expert Committee on Physical Status : the Use and Interpretation of Anthropometry (1993 : Geneva Switzerland), World Health Organization. *WHO technical report series*. Geneva: World Health Organization; 1995.
16. Campos AR, Pedroso ERP, Lamounier JA, Colosimo EA, Abrantes MM. Estado nutricional e fatores associados. *Rev Assoc Med Bras* 2006;52(4):214-21.
17. Barbosa AR, Souza JMP, Lebrão ML, Marucci MFN. Estado nutricional e desempenho motor de idosos de São Paulo. *Rev Assoc Med Bras* 2007;53(1):75-9.
18. Gonçalves DF, Tinoco AL, Ribeiro RC, Martinho KO, de Mendonca ET, Benfica DT. Nutritional status and epidemiological profile of elderly people. *Arch Gerontol Geriatr* 2012;55(1):1-4.
19. Fares D, Barbosa AR, Borgatto AF, Coqueiro RS, Fernandes MH. Factors associated with nutritional status of the elderly in two regions of Brazil. *Rev Assoc Med Bras* 2012;58(4):434-41.
20. Leite-Cavalcanti C, Rodrigues-Goncalves MC, Rios-Asciutti LS, Leite-Cavalcanti A. The prevalence of chronic disease in a group of elderly Brazilian people and their nutritional status. *Rev Salud Publica (Bogota)* 2009;11(6):865-77.
21. Vigilal Brasil 2011: Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. In: Saúde, ed. Brasília: Ministério da Saúde; 2012:132.
22. Kucukerdonmez O, Koksak E, Rakicioglu N, Pekcan G. Assessment and evaluation of the nutritional status of the elderly using 2 different instruments. *Saudi Med J* 2005;26(10):1611-16.
23. Sanchez-Garcia S, Garcia-Pena C, Duque-Lopez MX, Juarez-Cedillo T, Cortes-Nunez AR, Reyes-Beaman S. Anthropometric measures and nutritional status in a healthy elderly population. *BMC Public Health* 2007;7:2-10.
24. Da Silva Coqueiro R, Rodrigues Barbosa A, Ferreti Borgatto A. Nutritional status, health conditions and socio-demographic factors in the elderly of Havana, Cuba: data from SABE survey. *J Nutr Health Aging* 2010;14(10):803-8.
25. De La Montana J, Miguez M. Suitability of the short-form Mini Nutritional Assessment in free-living elderly people in the north-west of Spain. *J Nutr Health Aging* 2011;15(3):187-91.
26. Tsai AC, Chang TL, Yang TW, Chang-Lee SN, Tsay SF. A modified mini nutritional assessment without BMI predicts nutritional status of community-living elderly in Taiwan. *J Nutr Health Aging* 2010;14(3):183-9.
27. Patrick JM, Bassey EJ, Fentem PH. Changes in body fat and muscle in manual workers at and after retirement. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1982;49(2):187-96.
28. Cuervo M, Ansorena D, Garcia A, Gonzalez Martinez MA, Astiasaran I, Martinez JA. Assessment of calf circumference as an indicator of the risk for hyponutrition in the elderly. *Nutr Hosp* 2009;24(1):63-7.
29. Tsai AC, Chang TL, Wang JY. Short-form Mini-Nutritional Assessment with either BMI or calf circumference is effective in rating the nutritional status of elderly Taiwanese - results of a national cohort study. *Br J Nutr* 2013;110(6):1126-32.
30. Narici MV, Maffulli N. Sarcopenia: characteristics, mechanisms and functional significance. *Br Med Bull* 2010; 95:139-59.
31. Rahman N, Thomas JJ, Rice MS. The relationship between hand strength and the forces used to access containers by well elderly persons. *Am J Occup Ther* 2002;56(1):78-85.
32. Su CY, Chien TH, Cheng KF, Su CJ. A study of pinch strength in normal Taiwanese adults. *Gaoxiong Yi Xue Ke Xue Za Zhi* 1995;11(2):69-78.
33. Gunther CM, Burger A, Rickert M, Schulz CU. Key pinch in healthy adults: normative values. *J Hand Surg Eur Vol* 2008;33(2):144-48.
34. Hanten WP, Chen WY, Austin AA, Brooks RE, Carter HC, Law CA et al. Maximum grip strength in normal subjects from 20 to 64 years of age. *J Hand Ther* 1999;12(3):193-200.



Original/*Cáncer*

Breast cancer and body image as a prognostic factor of depression: a case study in México City

María J. Aguilar Cordero¹, Norma Mur Villar², Marisol Neri Sánchez³, María L. Pimentel-Ramírez³, Arturo García-Rillo³ and Eusebio Gómez Valverde⁴

¹Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Granada. Hospital Clínico San Cecilio de Granada. Spain. ²Universidad de Ciencias Médicas de Cienfuegos. Cuba. ³Facultad de Medicina. Universidad Autónoma del Estado de México. México. ⁴Departamento de Patología Quirúrgica. Universidad de Granada. Spain.

Abstract

Introduction: Being diagnosed with breast cancer is devastating for women because they face a “sense of loss”. Since this loss is observed by the women themselves as well as by those around them, this can often lead to depression.

Objectives: (1) To verify a possible association between body image and depression; (2) To establish a relation between depression and time since breast cancer diagnosis.

Method: The data came from the Beck Depression Inventory (BDI-II) and the Body Image Scale (BIS), which were used to evaluate the subjects. A random sample of n=120 women was divided into two groups. The women in Group 1 had been recently diagnosed with breast cancer, but had not at that time had any type of surgical treatment. The women in Group 2 had undergone a mastectomy over a year ago.

Results: The women in Group 1 were found to be more severely depressed, and a statistically significant association was detected between depression and body image ($p<0.05$). In contrast, in Group 2, even though many of the subjects also felt depressed because of a distorted or disturbed body image, their depression was milder ($p>0.05$).

Conclusions: The women in Group 1, the majority of whom were suffering from severe depression, had a disturbed body image even though they had not had a mastectomy. The women in Group 2, who had been operated, also suffered from similar body image problems, but their depression was not as intense.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:371-379)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7863

Key words: *Breast cancer. Body image. Depression.*

CÁNCER DE MAMA E IMAGEN CORPORAL COMO FACTOR PRONÓSTICO DE DEPRESIÓN. UN ESTUDIO DE CASO EN CIUDAD DE MÉXICO

Resumen

Introducción: El cáncer de mama constituye una patología de extrema prevalencia en la actualidad y con un alto impacto en la sociedad, tanto en los países desarrollados como en México, ésta patología ha aumentado en los últimos años. El diagnóstico es impactante para las mujeres porque se enfrentan al problema de “sentido de pérdida” y este hecho puede ser observado tanto por ellas como por otras personas, provocando con frecuencia alteraciones depresivas.

Objetivos: Relacionar la imagen corporal y la depresión. En segundo lugar, determinar la posible implicación entre la depresión y el diagnóstico reciente y tardío.

Material y métodos: Se recolectó información de datos a partir de la historia clínica, entrevista y aplicación del BDI-II (Escala de depresión de Beck) y el BIS (Body Image Scale) de 120 mujeres diagnosticadas y tratadas de cáncer de mama durante el periodo de Enero-Diciembre 2012. Se seleccionó la muestra aleatoria n=120 mujeres divididas en dos grupos. El grupo 1 con diagnóstico reciente sin intervención quirúrgica de la mama. El grupo 2 de mujeres mastectomizadas de más de 1 año.

Resultados: El grupo 1 presentó mayor severidad de la depresión y se encontró una asociación estadísticamente significativa entre la depresión y la imagen corporal ($p<0.05$). Sin embargo, en el grupo 2 la severidad de la depresión fue menor, aunque la percepción de su imagen corporal también fue incompleta ($p>0.05$).

Conclusiones: El grupo 1 presenta una percepción de la imagen corporal incompleta aunque no estén mastectomizadas y un mayor grado de depresión. Las mujeres del grupo 2 también se percibían su imagen corporal incompleta aunque presentaban menor grado de depresión.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:371-379)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7863

Palabras clave: *Cáncer de mama. Imagen corporal. Depresión.*

Correspondence: María José Aguilar Cordero.

Departamento de Enfermería.

Facultad de Ciencias de la Salud.

Av. Madrid s/n. 18071 Universidad de Granada. España.

E-mail: mariajaguilar@telefonica.net

Recibido: 16-X-2014.

Aceptado: 21-X-2014.

Introduction

Breast cancer is currently the most common type of cancer in women in developed countries as well as in México. In 2008, there were approximately 1.38 million new cases diagnosed throughout the world¹. In 2006, according to the Mexican Ministry of Health and the INEGI², the incidence and mortality of breast cancer in México was higher than that of cervical-uterine cancer. In 2008, the incidence rate and mortality rate of breast cancer was, respectively, 27.2 and 10.1 per 100,000 inhabitants³.

Depression and anxiety, which are frequent in cancer patients, are factors that complicate treatment since they have a negative impact on both the physical and mental health of patients. In fact, they can cause the disease to advance more rapidly and even result in a high risk of suicide⁴. The early diagnosis and treatment of depression and anxiety can slow the progression of the disease, improve chances of survival, reduce healthcare costs, and improve the general quality of life of cancer patients⁵⁻⁹.

The appearance of a malignant breast tumour is a psychological blow to a woman's emotional and affective balance since breasts are regarded as a symbol of femininity and sexuality¹⁰. This means that having breast cancer (and particularly surgical treatment) is a traumatic experience because of its negative impact on the patient's body image, which can be defined as the subjective representation of a person's own physical appearance that he/she has formed both by self-observation and by noting the reactions of others. Since body image is a personal and internal representation of a person's own body, it can differ substantially from the way that others perceive it from a more external perspective^{11,12}.

A body image factor that should be taken into account is how a woman's body feels when she sees it or touches it. For example, if mastectomy results in visible scars, chronic pain, loss of sensation in the breast skin, and muscle weakness, this will undoubtedly affect the way in which the patient experiences her body¹¹. Body image is an important component of quality of life for women with breast cancer¹³ and plays a crucial role in how they cope with or adjust to the disease¹⁴. The objective of this study was to establish a relation between body image and depression in female breast cancer patients.

Materials and Method

Our research involved an observational, descriptive, prospective, and transversal study of 120 female subjects who had been diagnosed and treated for breast cancer in 2009-2012 at the *Centro Oncológico Estatal ISSEMyM* [National Cancer Institute of México]. The data were collected from interviews with the patients as well as from their medical histories. A random sample was selected of n=120 women, who were divided into two groups. Group 1 was composed of 60 women who had recently been diagnosed with breast cancer for the first time at the *Unidad Funcional de la Mama* [Functional Breast Cancer Unit] and had so far not received any kind of treatment. Group 2 was composed of 60 women who had had a mastectomy, and who had received chemotherapy, hormone replacement therapy (HRT), or radiation therapy in the year previous to the study.

Hopwood's Body Image Scale (BIS) (Table I) was used to identify and evaluate the patients' body ima-

Table I
Escala BIS (Body Image Scale) de Hopwood



AREAS	Issues	Nothing	Little	Much	Quite
a) Satisfaction with himself and with others	1.- I am satisfied with my appearance when I'm dressed.				
	2.- I think other people like my looks.				
b) Loss of femininity	3.- I feel I have lost some appeal as a woman.				
	4.- I feel less feminine after surgery.				
c) Satisfaction with nude appearance, both with himself and with others	5.- When I shower or bath I avoid looking at me the scar.				
	6.- I avoid that others see my scar.				
	7.- I am satisfied with my appearance when I'm naked				
d) Feelings about sexual attractiveness	8.- I think the breast plays an important role in sex.				
	9.- Since my operation I feel less sexually attractive.				
	10.- I feel fear or embarrassment of a possible sexual relationship.				
e) Loss of bodily integrity	11.- I feel deformed or mutilated				
f) Satisfaction with the scar	12.- I hate the scar				


ge. This scale classified this image as complete or incomplete assessing six main areas: (i) the patient's satisfaction/dissatisfaction with her clothed/un clothed appearance; (ii) the patient's satisfaction/dissatisfaction with the perceived reactions of others to her body; (iii) perceived loss of femininity; (iv) the patient's feelings about her sexual attractiveness; (v) perceived

loss of physical integrity; (vi) degree of satisfaction with the scar.

Both groups of subjects also responded to the questions in the Beck Depression Inventory (BDI-II) (Table II) to identify the existence and degree of depression. A score of 13 points or less signified that the patient was suffering from depression, which

Table II
Beck Depression Inventory

 V 0477	Beck Depression Inventory CRTN: _____ CRF number: _____	Baseline Page 14 patient initials: _____
		Date: _____
Name: _____ Marital Status: _____ Age: _____ Sex: _____		
Occupation: _____ Education: _____		
<p>Instructions: This questionnaire consists of 21 groups of statements. Please read each group of statements carefully, and then pick out the one statement in each group that best describes the way you have been feeling during the past two weeks, including today. Circle the number beside the statement you have picked. If several statements in the group seem to apply equally well, circle the highest number for that group. Be sure that you do not choose more than one statement for any group, including Item 16 (Changes in Sleeping Pattern) or Item 18 (Changes in Appetite).</p>		
<p>1. Sadness</p> <p>0 I do not feel sad. 1 I feel sad much of the time. 2 I am sad all the time. 3 I am so sad or unhappy that I can't stand it.</p> <p>2. Pessimism</p> <p>0 I am not discouraged about my future. 1 I feel more discouraged about my future than I used to be. 2 I do not expect things to work out for me. 3 I feel my future is hopeless and will only get worse.</p> <p>3. Past Failure</p> <p>0 I do not feel like a failure. 1 I have failed more than I should have. 2 As I look back, I see a lot of failures. 3 I feel I am a total failure as a person.</p> <p>4. Loss of Pleasure</p> <p>0 I get as much pleasure as I ever did from the things I enjoy. 1 I don't enjoy things as much as I used to. 2 I get very little pleasure from the things I used to enjoy. 3 I can't get any pleasure from the things I used to enjoy.</p> <p>5. Guilty Feelings</p> <p>0 I don't feel particularly guilty. 1 I feel guilty over many things I have done or should have done. 2 I feel quite guilty most of the time. 3 I feel guilty all of the time.</p>	<p>6. Punishment Feelings</p> <p>0 I don't feel I am being punished. 1 I feel I may be punished. 2 I expect to be punished. 3 I feel I am being punished.</p> <p>7. Self-Dislike</p> <p>0 I feel the same about myself as ever. 1 I have lost confidence in myself. 2 I am disappointed in myself. 3 I dislike myself.</p> <p>8. Self-Criticalness</p> <p>0 I don't criticize or blame myself more than usual. 1 I am more critical of myself than I used to be. 2 I criticize myself for all of my faults. 3 I blame myself for everything bad that happens.</p> <p>9. Suicidal Thoughts or Wishes</p> <p>0 I don't have any thoughts of killing myself. 1 I have thoughts of killing myself, but I would not carry them out. 2 I would like to kill myself. 3 I would kill myself if I had the chance.</p> <p>10. Crying</p> <p>0 I don't cry anymore than I used to. 1 I cry more than I used to. 2 I cry over every little thing. 3 I feel like crying, but I can't.</p>	

 THE PSYCHOLOGICAL CORPORATION*
Harcourt Brace & Company
SAN ANTONIO
Orlando • Boston • New York • Chicago • San Francisco • Atlanta • Dallas
San Diego • Philadelphia • Austin • Fort Worth • Toronto • London • Sydney

Subtotal Page 1

Continued on Back

Copyright © 1996 by Aaron T. Beck
All rights reserved. Printed in the United States of America.

0154018392
NR15645

Table II (cont.)
Beck Depression Inventory



V 0477

Beck Depression Inventory

CRTN: _____ CRF number: _____ Page 15 patient inits: _____

Baseline

<p>11. Agitation</p> <p>0 I am no more restless or wound up than usual.</p> <p>1 I feel more restless or wound up than usual.</p> <p>2 I am so restless or agitated that it's hard to stay still.</p> <p>3 I am so restless or agitated that I have to keep moving or doing something.</p> <p>12. Loss of Interest</p> <p>0 I have not lost interest in other people or activities.</p> <p>1 I am less interested in other people or things than before.</p> <p>2 I have lost most of my interest in other people or things.</p> <p>3 It's hard to get interested in anything.</p> <p>13. Indecisiveness</p> <p>0 I make decisions about as well as ever.</p> <p>1 I find it more difficult to make decisions than usual.</p> <p>2 I have much greater difficulty in making decisions than I used to.</p> <p>3 I have trouble making any decisions.</p> <p>14. Worthlessness</p> <p>0 I do not feel I am worthless.</p> <p>1 I don't consider myself as worthwhile and useful as I used to.</p> <p>2 I feel more worthless as compared to other people.</p> <p>3 I feel utterly worthless.</p> <p>15. Loss of Energy</p> <p>0 I have as much energy as ever.</p> <p>1 I have less energy than I used to have.</p> <p>2 I don't have enough energy to do very much.</p> <p>3 I don't have enough energy to do anything.</p> <p>16. Changes in Sleeping Pattern</p> <p>0 I have not experienced any change in my sleeping pattern.</p> <p>1a I sleep somewhat more than usual.</p> <p>1b I sleep somewhat less than usual.</p> <p>2a I sleep a lot more than usual.</p> <p>2b I sleep a lot less than usual.</p> <p>3a I sleep most of the day.</p> <p>3b I wake up 1-2 hours early and can't get back to sleep.</p>	<p>17. Irritability</p> <p>0 I am no more irritable than usual.</p> <p>1 I am more irritable than usual.</p> <p>2 I am much more irritable than usual.</p> <p>3 I am irritable all the time.</p> <p>18. Changes in Appetite</p> <p>0 I have not experienced any change in my appetite.</p> <p>1a My appetite is somewhat less than usual.</p> <p>1b My appetite is somewhat greater than usual.</p> <p>2a My appetite is much less than before.</p> <p>2b My appetite is much greater than usual.</p> <p>3a I have no appetite at all.</p> <p>3b I crave food all the time.</p> <p>19. Concentration Difficulty</p> <p>0 I can concentrate as well as ever.</p> <p>1 I can't concentrate as well as usual.</p> <p>2 It's hard to keep my mind on anything for very long.</p> <p>3 I find I can't concentrate on anything.</p> <p>20. Tiredness or Fatigue</p> <p>0 I am no more tired or fatigued than usual.</p> <p>1 I get more tired or fatigued more easily than usual.</p> <p>2 I am too tired or fatigued to do a lot of the things I used to do.</p> <p>3 I am too tired or fatigued to do most of the things I used to do.</p> <p>21. Loss of Interest in Sex</p> <p>0 I have not noticed any recent change in my interest in sex.</p> <p>1 I am less interested in sex than I used to be.</p> <p>2 I am much less interested in sex now.</p> <p>3 I have lost interest in sex completely.</p>
--	---

3456789101112 ABCDE

Subtotal Page 2

Subtotal Page 1

Total Score

NR15645

could be mild, moderate, or severe. The analysis of these data was carried out with the computer program SPSS 18.0 (version for Windows). Frequencies for descriptive statistics were generated and χ^2 were performed to establish associations between qualitative variables.

Results

The mean age of the women in Group 1 (patients recently diagnosed with breast cancer) was 49.8 ± 9.5 years (32-72) whereas the mean age of the women in Group 2 (women who had undergone mastectomy)

was 53.8 ± 11 years (36-76). Figure 1 shows that the majority of the women in both groups showed none of the typical high-risk factors for breast cancer. In contrast, the determining factors were environmental ones, such as overweight, obesity, and a sedentary life style.

Based on their marital status and education level, there were no significant differences between the subjects in both groups that could be associated with depression and/or a disturbed body image. Toxic habits, such as smoking and drinking, were also analyzed in both groups, and no significant differences were found. However, in regards to the patients' occupation or profession, a higher percentage of women who were housewives suffered from depression (79.5%) as compared to those who worked at a job outside the home

(38.1%). These differences were statistically significant ($p < .05$).

Other parameters assessed were the patient's age at first pregnancy, history of lactation, and a family history of breast cancer. No significant differences were found among the women in the study for any of these parameters. The subjects in our study were also given a nutritional survey and their anthropometric measurements were assessed. In this regard, our study found that that the groups of subjects were homogeneously distributed (Figure 2) since 73.7% of the women in Group 1 and 76.7% of those in Group 2 were overweight or obese. However, no statistically significant differences were found between the two groups ($p > .05$).

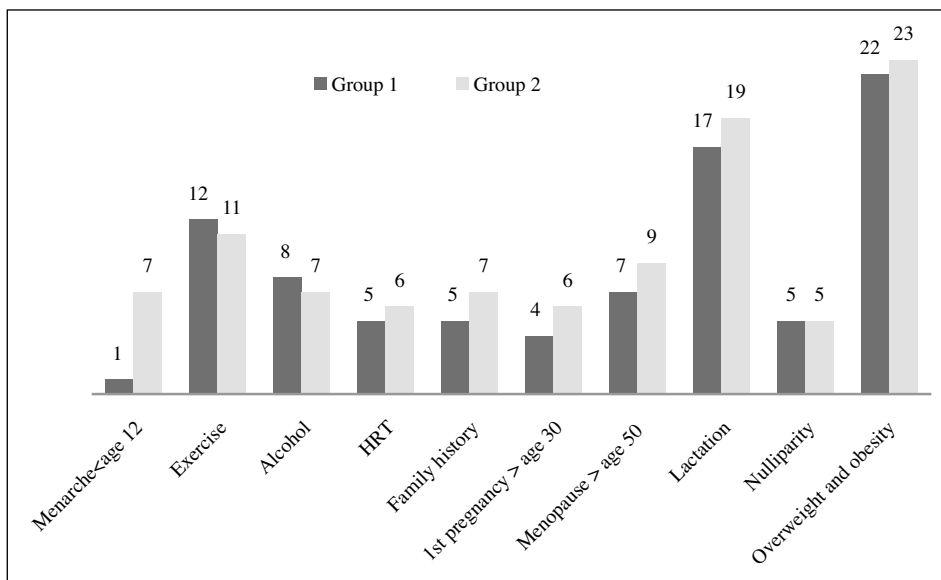


Fig. 1.—Breast cancer risk factors in the women in Group 1 and Group 2.

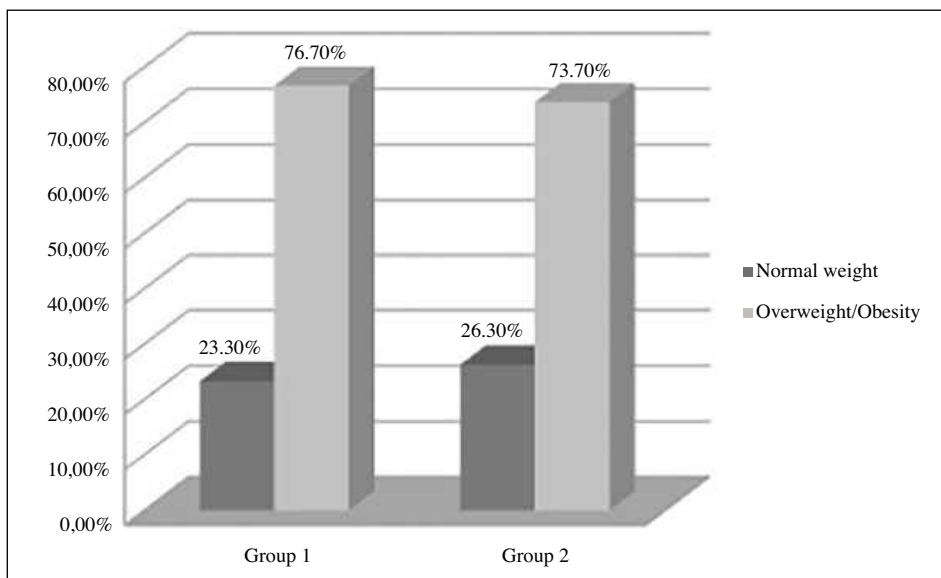


Fig. 2.—Nutritional state of the women in Group 1 and Group 2.

This description confirms that the two study groups were homogeneous in regards to the variables described.

An analysis of the data collected showed that 76.3% of the recently diagnosed patients (Group 1) suffered from depression in contrast to 53.3% of the patients who had undergone a mastectomy (Group 2). Despite the variation in these percentages, the differences were not statistically significant ($p>.05$). In reference to body image, 53.3% of the women in Group 1 and 56.7% of those in Group 2 perceived themselves as having a disturbed or incomplete body image, according to the BIS Scale.

A significant difference was found between depression and perception of body image in the patients in Group 1. The analysis of the BIS Scale results for this group showed that most of these women who had been recently diagnosed with breast cancer suffered from a disturbed body image since they perceived their body to be incomplete. This was interesting since at this point, they still did not know whether they would be forced have a breast removed. Nonetheless, they already were feeling a sense of loss, and showed clear signs of depression, based on their responses to the items in the questionnaire.

The item with the most negative score was loss of femininity. In other words, the women felt as though they had lost part of their sexual attractiveness, and thus felt less feminine and sexually appealing after diagnosis. Another negatively evaluated area was the perception of their physical integrity. When the patients were asked if they felt deformed or asymmetric, most of them responded affirmatively. This is curious since even though they had not undergone a mastectomy, they felt as though part of their body was already missing. Consequently, they had prematurely begun to have a distorted body image of themselves.

As can be observed in Figure 3, most of the women in Group 1 suffered from depression and had a disturbed body image. There was thus a statistically significant association between body image and depression in this group of patents ($p<.05$).

In Group 2, composed of the women with mastectomies, the BIS Scale results show that their body image was also disturbed. Their degree of satisfaction with their unclothed appearance as perceived by themselves as well as by others was the most negatively evaluated area. In other words, these women avoided looking at the scar when they bathed or showered, and also endeavoured to hide the scar from others. They were clearly dissatisfied with their unclothed appearance. Nevertheless, fewer women in this group suffered from depression in comparison to those in Group 1. A possible explanation for this is the adaptation or coping process that these women had already gone through after living with the disease for a longer period of time.

Figure 4 shows that a majority of patients in Group 2 were also depressed and had a disturbed body image. Nevertheless, the percentage of depressed patients was lower in this group than in Group 1, and moreover, their depression tended to be milder. In Group 2, no statistically significant association was found between body image and depression ($p>.05$).

Discussion

The results obtained in this study indicate that in Group 1, (women recently diagnosed with breast cancer), there was a significant association between body image and depression. In regards to nutrition, Marín et al. affirm that cancer patients have a high risk of suffering malnutrition¹⁵. However, our study found that

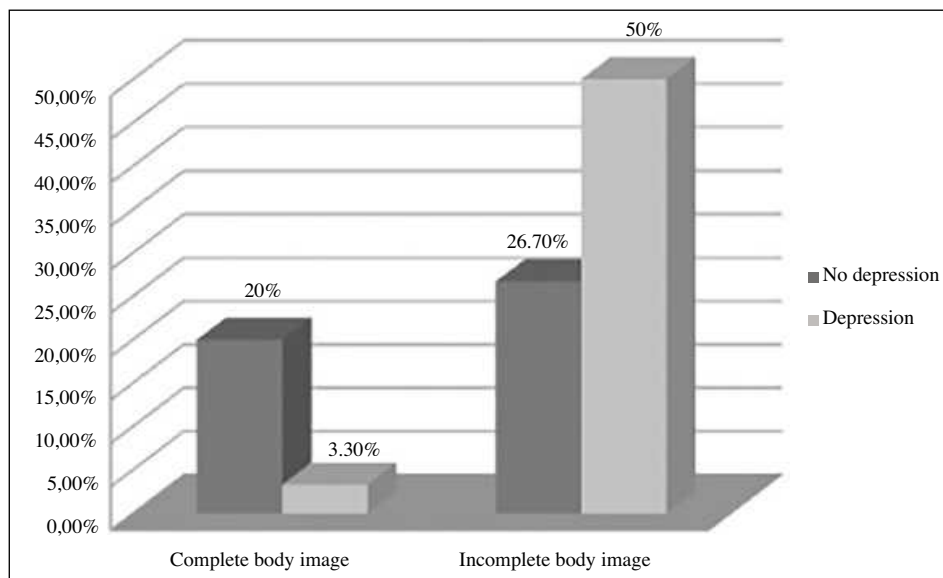


Fig. 3.—Association between body image and depression in Group 1.

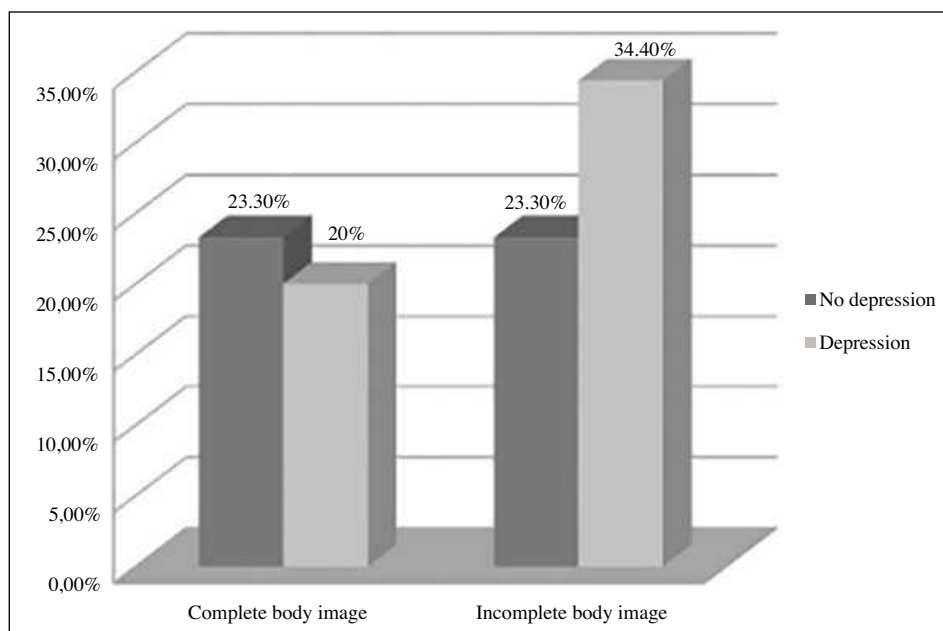


Fig. 4.—Association between body image and depression in Group 2.

most of the women in both groups were overweight or obese. Our results were thus more in consonance with those of Aguilar et al., which showed that morbidly obese women are diagnosed with breast cancer at a younger age¹⁶.

In relation to the perception of body image in women who had undergone mastectomy, in the same way as in many other studies, our results showed that they had a disturbed body image and perceived their body as incomplete¹⁷. However, no previous studies have related depression in women recently diagnosed with breast cancer to a disturbed or distorted body image. Maguire and Parkes, however, mention the fact that the loss of any part of the body can have very important psychological consequences stemming from the way in which the patient, family members as well others perceive the patient's body and/or from changes in the activities that the patient can carry out¹⁸.

Apart from experiencing mastectomy as a psychological problem of distorted self-image or evaluation, it is also a very real physical problem. A mastectomy is a mutilation that goes beyond aesthetic considerations. Breast removal is also a physical aggression and the source of mental trauma, which can be reflected in various ways. The most common are the refusal of the patient to look at herself in the mirror and a general avoidance of any situation in which the loss of her breast/s can be directly perceived. The solution is the patient's gradual adjustment to her new body map, a task that requires the creation of new schemas that give closure to behaviour associated with a deformed body, even though traces of such behaviour will never completely disappear (e.g. refusal to touch the scar)¹⁹.

In certain studies, body image has been regarded as part of the patient's quality of life. These authors evidently adopted the definition of body image, based on the scales used to assess it. In their review of the literature on the topic, Santos et al. affirm that the body image scale that is most frequently used in research is the BIS²⁰, since it associates behavioural, cognitive, and affective elements that participate in the reconstruction and restoration of the body image of women with breast cancer^{18, 21-27}. In this regard, the BIS was also found to be very useful to assess the perception of body image in our research study.

On the other hand, there are also various instruments that can be used to identify depression. For our purposes, the BDI effectively evaluated severity of depression in the female subjects of our study. The BDI was also used for depression assessment by Gumus et al, who found that depression in women who had undergone mastectomy was not as severe. The results of this study coincided with our results for Group 2.

Regarding the subjects in Group 1, the potential loss of femininity and sexual attraction, a disturbed body image, fear of recurrence, low self-esteem, and the disease itself were the source of psychological disorders¹⁰, such as high levels of anxiety and distress, which were frequently accompanied by depression. In fact, it has been found that cancer patients are three times more likely to suffer depression than people in general, and two times more likely than patients that have been hospitalized for other reasons²⁸.

Finally, a study by Kim et al. found that when breast cancer patients have a positive or hopeful attitude during the disease, this favourable bio-psycho-social state is associated with a more effective immune function²⁹.

Conclusions

In our study, the subjects that had been recently diagnosed with breast cancer (Group 1) had a disturbed body image since they perceived their body as incomplete even though they had not undergone mastectomy. The majority of the subjects in this group suffered from severe depression. The potential loss of femininity faced by these recently diagnosed patients explained why the possibility of future breast surgery or just the awareness of having breast cancer was sufficient to significantly disturb the body image of these patients and negatively affect their degree of satisfaction with their body. These women seemed to feel disappointed in their body and perceive it as less satisfactory than the body of a healthy person.

The subjects who had undergone mastectomy (Group 2) also had a disturbed body image, but unlike Group 2, their depression was milder. These women perceived themselves as less feminine and not as physically attractive. The fact that they saw themselves as less sexually appealing to their partners made the majority of them feel dissatisfied with their own body and thus caused them to avoid direct contact with the area of their bodies that had been operated. Our results indicated that breast surgery not only had a negative impact on the self-image of the patients, but also on their sexual relations and social activities.

As a factor that triggered depression, breast cancer diagnosis was much more relevant in Group 1 than in Group 2. However, the subjects in both groups had a disturbed or distorted body image since they perceived their bodies as incomplete. The results of this study show that early psychological guidance and counselling is necessary from the moment that patients are diagnosed for breast cancer. In addition, breast cancer patients that have undergone mastectomy need to be closely monitored so that they can improve and maintain an optimal level of emotional equilibrium.

References

1. Ferlay J, Shin HR, Bray F, Forman D, Mathers CD, Parkin D. GLOBOCAN 2008, Cancer Incidence and Mortality Worldwide: IARC CancerBase No. 10. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer; Year. Available at: <http://globocan.iarc.fr>. 2010.
2. Palacio-Mejía LS, Lazcano-Ponce E, Allen-Leigh B, Hernández-Ávila M. Diferencias regionales en la mortalidad por cáncer de mama y cérvix en México entre 1979 y 2006. *Salud Pública Méx* 2009; Vol. 51(sup 2):208-219.
3. Franco-Marina F, Lazcano-Ponce E, López-Carrillo L. Breast cancer mortality in México. An age-period-cohort analysis. *Salud Pública Méx* 2009; Vol. 51(sup 2):157-164
4. O'Mahony S, Goulet J, Kornblith A, Abbatiello G, Clarke B, Kless-Siegel S, Breitbart W, Payne R. Desire for hastened death, cancer pain and depression: report of a longitudinal observational study. *J Pain Symptom Manage* 2005, 29:446-57.
5. Pinquart M, Duberstein PR. Depression and cancer mortality: a metaanalysis. *Psychol Med* 2010, 40(11):1797-810.
6. Satin JR, Linden W, Phillips MJ. Depression as a predictor of disease progression and mortality in cancer patients: a meta-analysis. *Cancer* 2009, 115(22):5349-61.
7. Spiegel D, Giese-Davis J: Depression and cancer: mechanisms and disease progression. *Biol Psychiatry* 2003, 54(3): 269-82.
8. Frick E, Tyroller M, Panzer M. Anxiety, depression and quality of life of cancer patients undergoing radiation therapy: a cross-sectional study in a community hospital outpatient centre. *Eur J Cancer Care* 2007,16:130-6.
9. Carlson LE, Bultz BD. Benefits of psychosocial oncology care: Improved quality of life and medical cost offset. *Health and Quality of Life Outcomes* 2003;1:8.
10. Gumus M, Ustaalioglu BO, Garip M, Kiziltan E, Bilici A, Seker M, et al. Factors that affect patients' decision-making about mastectomy or breast conserving surgery, and the psychological effect of this choice on breast cancer patients. *Breast Care* 2010;5:164-168.
11. Schilder P. Image and appearance of the human body. Ed. Paidós México:1989.
12. Lacan J., Writings. 2 vol, Madrid, Siglo XX, 1977.
13. DeFrank, J., Mehta, C., Stein, K., Baker, F. Body image dissatisfaction in cancer survivors. *Oncology Nursing Forum* 2007.34 (3), 625-631.
14. Helms, R., O'Hea, E., Corso, M. Body image issues in women with breast cancer. *Psychology, Health & Medicine* 2008. 13 (3), 313-325.
15. Marín MM, Gómez C, Castillo R, Lourenço T, García M, Loria V, et al. Nutritional risk assessment and establishment of nutritional support in cancer patients, according to the protocol by Spanish Nutrition and Cancer. *Nutr Hosp* 2008; 23(5):458-468.
16. Aguilar MJ, González E, García AP, Álvarez J, Padilla CA, Guisado R, Rizo M. Obesity and its involvement in breast cancer. *Nutr Hosp* 2011;26(4):899-903.
17. Bani MR, K Beckmann, Engel J, Lux MP, Rauh C, Eder I, Bani A HA, Breuel C, Bach A, Beckmann MW, Fasching PA. Correlates of the desire for improved cosmetic results after breast-conserving therapy and mastectomy in breast cancer patients. *The Breast* 2008; 17(6):640-645.
18. Maguire P, Parkes CM. Surgery and loss of body parts. *BMJ* 1998;316(7137):1086-8.
19. García JM, Domínguez ML. Fundamentals of psychotherapy with women affected by breast cancer. *ALCMEON* 2010; 16(2):125-139.
20. Santos DB, Vieira EM. Body image of women with breast cancer: a systematic review of literature. *Ciência & Saúde Coletiva*. 2011;16(5):2511-2522.
21. Arndt V, Stegmaier C, Ziegler H, Brenner H. Quality of life over 5 years in women with breast cancer after breast-conserving therapy versus mastectomy: a population- based study. *Journal of Cancer Research and Clinical Oncology* 2008; 134(12):1311-1318.
22. Gorisek B, Kranjnc P, Krainc AI. Quality of life and the effect on social status among Slovenian women after breast cancer treatment. *The Journal of International Medical Research* 2009;37(2):557-566.
23. Gui GPH, Kadayaprath G, Tan A, Faliakou EC, Choy C, Ward A, A'Hern R. Long-term quality of life assessment following one-stage immediate breast reconstruction using bi-dimensional expander implants: the patient's perspective. *Plastic & Reconstructive Surgery* 2008;121(1):17-24.
24. Nano MT, PG Gill, Kollas J, Bochner MA, Malycha P, Winfield HR. Psychological impact and cosmetic outcome of surgical breast cancer strategies. *ANZ Journal of Surgery* 2005; 75(11):940-947.
25. Hopwood P, Haviland J, Mills J, Sumo G, Bliss JM. The impact of age and clinical factors on quality of life in early breast cancer: An analysis of 2208 women recruited to the UK START Trial (Standardisation of Breast Radiotherapy Trial). *The Breast* 2007; 16(3): 241-251.
26. Janz NK, M Mujahid, Lantz PM, Fagerlin A, Salem B, Morrow M, Deapen D, Katz SJ. Population-based study of the relationship of treatment and sociodemographics on quality of life for early stage breast cancer. *Quality of Life Research* 2005; 14(6):1467-1479.

27. Lee M, M Patel, Cresswell AB, Bentley PG. Body image score following anterior and lateral approaches to wide local excision for early breast cancer. *The Breast Journal* 2007; 13(3):38-242.
28. Bejarano, M, Fuchs, V, Fernández, N, Amancio, O. Impact of family support on food intake and depressed mood in hospitalized patients with cervical cancer. *Nutr Hosp* 2009;24(2): 182-186.
29. Kim SW, Kim SY, Kim JM, Park MH, Yoon JH, Shin MG, et al. Relationship between a hopeful attitude and cellular immunity in patients with breast cancer. *General Hospital Psychiatry* 2011;33:371-376.
30. Aguilar Cordero MJ, Sánchez López AM, Mur Villar N, García García I, Rodríguez López MA, Ortigón Piñero A, Cortés Castell E. (2014). Título: Cortisol salival como indicador de estrés fisiológico en niños y adultos. Revisión sistemática. *Nutr Hosp* 2014;29(5):960-968.
31. Aguilar Cordero MJ, González Jiménez E, García López P, Álvarez Ferre J, Padilla López CA. Obesidad y niveles séricos de estrógenos; importancia en el desarrollo precoz del cáncer de mama. *Nutr Hosp* 2012;27(4):1156-1159.
32. Aguilar Cordero MJ, Neri Sánchez M, Mur Villar N, Gómez Valverde E. Influencia del contexto social en la percepción de la imagen corporal de las mujeres intervenidas de cáncer de mama. *Nutr Hosp* 2013;28(5):1453-1457.
33. Aguilar Cordero MJ, González Jiménez E, Álvarez Ferre J, Padilla López CA, Mur Villar N, García López PA, Valenza Peña MC. Lactancia materna: un método eficaz en la prevención del cáncer de mama. *Nutr Hosp* 2010;25(6):954-958.
34. Aguilar Cordero M.^a J., González Jiménez E., García López A. P., Álvarez Ferré J., Padilla López C. A., Guisado Barrilao R, Rizo Baeza MM. Obesidad y su implicación en el cáncer de mama. *Nutr. Hosp* 2011;26(4):899-903.



Original/Cáncer

Transient hyperthyroidism after total laryngectomy for laryngeal cancer

Eduardo Salazar Thieroldt¹, Jorge Boado Lama², Sheila Molinero Abad² and Alberto Miján de la Torre¹

¹Unidad de Nutrición Clínica – Medicina Interna, Hospital Universitario de Burgos. ²Servicio de Medicina Interna, Hospital Universitario de Burgos. Spain.

Abstract

Introduction: Thyroid damage is a complication of total laryngectomy (TL) and may be caused by manipulation of the gland. There are isolated descriptions in the literature related to transient hyperthyroidism (HT) post-head and neck surgery. The aim of this study was to determine the frequency of HT after TL and to evaluate its relationship with the surgical procedure.

Methods: Retrospective cohort study. Forty-four patients were included and stratified in Group 1 (TL + pharyngectomy), and Group 2 (TL + neck dissection). Post-op thyroid function was measured in all patients. Results were analyzed with chi square plus Yates and OR ($p < 0.05$).

Results: Twenty-four patients (54.6%) developed HT, with a mean TSH 0.11 ± 0.09 μ U/ml and a median FT4 1.5 ng/dl (1.2-1.8, IQR 0.30). Four patients (16.6%) required a pharmacological approach, because of their clinical course. Patients in Group 1 showed significantly more hyperthyroidism compared to Group 2 ($p = 0.04$, OR 4, CI 95% CI, 1.03-15.53). All became euthyroid before discharge.

Conclusion: We found a high prevalence of HT after TL, and it was related indeed to the surgical procedure. All patients became euthyroid before discharge. We suggest to check thyroid function in routine lab tests in this setting. The hypothetical repercussion of these findings on resting energy expenditure and haemodynamics requires further studies.

(Nutr Hosp. 2015;31:380-383)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8206

Keywords: *Transient hyperthyroidism. Total laryngectomy. Laryngeal cancer.*

HIPERTIROIDISMO TRANSITORIO TRAS LARINGECTOMÍA TOTAL POR CÁNCER LARÍNGEO

Resumen

Introducción: La tiroiditis postquirúrgica es una complicación de la laringectomía total (TL) y pueden ser causada por manipulación de la glándula. Existen descripciones aisladas en la literatura referentes a hipertiroidismo transitorio (HT) en el postoperatorio de cirugía de cabeza y cuello. El objetivo del presente estudio es relacionar la frecuencia de HT tras TL y evaluar su relación con el procedimiento quirúrgico.

Métodos: Estudio de cohorte retrospectiva. Se incluyeron 44 pacientes y se estratificaron en Grupo 1 (TL y faringectomía), y grupo 2 (TL y disección cervical). Se midió la función tiroidea postoperatoria a todos los pacientes. Los resultados fueron analizados con el test de chi cuadrado con corrección de Yates y OR ($p < 0.05$).

Resultados: Cuarenta y cuatro pacientes (54.6%) presentaron HT, con TSH promedio de 0.11 ± 0.09 μ U/ml y mediana de FT4 1.5 ng/dl (1.2-1.8, IQR 0.30). Cuatro pacientes (16.6%) requirieron tratamiento médico, debido a su curso clínico. Los pacientes del Grupo 1 mostraron significativamente mayor hipertiroidismo comparados con el Grupo 2 ($p = 0.04$, OR 4, CI 95% CI, 1.03-15.53). Todos los pacientes fueron dados de alta eutiroideos.

Conclusión: Encontramos una alta prevalencia de HT tras TL, la cual se relacionó con el procedimiento quirúrgico. Todos los pacientes fueron dados de alta eutiroideos. Sugerimos medir la función tiroidea en la analítica de rutina de estos pacientes. Las repercusiones hipotéticas de estos hallazgos en el gasto energético en reposo y hemodinámico requieren mayores estudios.

(Nutr Hosp. 2015;31:380-383)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8206

Palabras clave: *Hipertiroidismo transitorio. Laringectomía total. Cáncer laríngeo.*

Correspondence: Eduardo Salazar Thieroldt.
Unidad de Nutrición Clínica-Medicina Interna.
Hospital Universitario de Burgos.
Av. Islas Baleares, 3.
09006 Burgos. España.
E-mail: edu.salazar79@yahoo.com

Recibido: 16-X-2014.
Aceptado: 21-X-2014.

Introduction

Transient hyperthyroidism is defined as elevated FT4 levels with TSH suppression, self-limited, with no evidence of previous disease¹. It may be related to immune mechanisms by increasing circulating antibodies, such as postpartum hyperthyroidism, or manipulation of the thyroid gland after surgery (also called post-surgical thyroiditis). There is a third mechanism, where the release of thyroid autoantigens during parathyroidectomy may trigger reactivation of autoimmune thyroid disease in a predisposed individual, with a similar pathophysiology to postpartum hyperthyroidism².

In transient hyperthyroidism secondary to post-surgical thyroiditis a typically thyrotoxic phase occurs during the first two weeks after surgery, and remission occurs in 4 to 6 weeks. Before making a diagnosis of post-surgical thyroiditis, other causes of hyperthyroidism must be excluded¹. Most patients are asymptomatic³, and in those with symptoms, the most common ones are sweating, palpitations, chest pain, heat intolerance, weight loss, anxiety; all of them self-limited^{4,5}. Its pathogenesis has been suggested as a transient thyroiditis caused by manipulation of the thyroid or neck dissection during the course of surgery or other procedures, which causes the release of thyroid hormones^{1,2,4,6,7}.

There are few reports of transient hyperthyroidism after needle aspiration of solid thyroid nodules⁸, seat-belt thyroiditis⁹, parathyroidectomy for primary^{7,10}, secondary¹¹, tertiary¹² hyperparathyroidism, and resection of parathyroid adenoma², with a varying incidence between 1-77%, onset of 1-2 weeks, and resolution between 3-4 weeks.

There are isolated descriptions in the literature related to transient hyperthyroidism post-head and neck cancer surgery^{13,14,15}, mainly related to development of atrial fibrillation. These articles refer to the paucity of literature on the topic. The relationship between surgical treatment of laryngeal cancer and hypothyroidism is well documented in previous studies, especially its relationship with radiotherapy^{22,23}, thus the assessment of thyroid function is recommended in the preoperative evaluation of patients with laryngeal cancer. However, we have found very few reports in the literature about transient hyperthyroidism after laryngectomy, which is a surgery that often includes thyroid mobilization, and even its section^{16,17,18,19,20,21}.

The objective of this study was to determine the incidence of hyperthyroidism after total laryngectomy for laryngeal cancer, and whether it was self-limited or not. We also defined demographic characteristics, risk factors and treatment of those patients, and evaluate the association between type of surgery and development of transient hyperthyroidism.

Material and methods

Population: Patients undergoing total laryngectomy (TL) for laryngeal cancer in the Burgos Universi-

ty Hospital during the period January 2009 - August 2011. We excluded patients with incomplete data, preoperative thyroid medication, previous thyroid disease, neck surgery, or radiotherapy.

Design: Retrospective cohort study. We reviewed medical records of the study population and relevant information was entered into the data collection notebook consigning: age, sex, history of smoking and alcohol abuse, type of surgery, laboratory tests including thyroid hormones and their follow-up until the resolution of hyperthyroidism, if indicated. We considered hyperthyroidism as a TSH lower than 0.3 μ U/ml. FT4 levels were checked to stratify into clinical or sub-clinical hyperthyroidism. Reference values of thyroid hormones were: TSH 0.3-5.0 μ U/ml, FT4 0.8-1.7 ng/dl, measured using Cobas® e-602 (Roche) equipment using an electro-chemiluminescence immunoassay (ECLIA) with ruthenium technique.

Statistical analysis: We stratified the study population into Group 1 (TL + pharyngectomy) and Group 2 (TL + neck dissection). Post-op TSH and FT4 was measured in all patients. Numerical data were expressed as mean \pm SD according to normal distribution, and as median and interquartile range if not. Frequency analyses were measured for qualitative variables and compared using the chi square test, and Yates correction if needed. Odds ratio (95% CI) between variables was determined. Statistical significance was reached at $p < 0.05$. Data were analyzed with SPSS 21.0. Ethics: All patient data were anonymized. The project was approved by the Clinical Research Ethics Committee of the Health Area of Burgos and Soria.

Results

Fifty-six TL were performed, 54 (96%) males and 2 (4%) females. Twelve patients were excluded from the analysis, six because they did not have complete data, one had laryngeal stenosis, and five due to lack of postoperative thyroid hormones. The final sample was $n=44$ patients, 42 (96%) males and 2 (4%) females, all with squamous laryngeal cell cancer. Regarding risk factors, 41 (93.2%) had a previous smoking history, 21 (47.7%) alcohol abuse, and 21 (47.7%) both.

The study population was distributed depending on TNM staging as: 0 (0%) Stage I; 5 (11.36%) Stage II, 8 (18.19%) Stage III, and 31 (70.45%) Stage IV; and were distributed according to type of surgery performed: Group 1 (TL plus pharyngectomy) 16 (36.36%) and Group 2 (TL + neck dissection) 28 (63.64%).

Twenty-four patients (54.6%) developed transient hyperthyroidism within two weeks of the intervention, with a mean value of TSH 0.11 ± 0.09 μ U/ml (range 0.01-0.29) and a median value of FT4 1.5 ng/dl (1.2-1.8, IQR 0.300). All thyroid hormone levels returned to normal before discharge (range 7-60 days), with a mean value of TSH 1.39 ± 0.71 μ U/ml (range 0.46-2.89) and a median value of FT4 1.1 ng/dl (1-1.2, IQR

Table I
Mean values of thyroid hormones

	<i>TSH (range, SD)</i>	<i>FT4 (median, IQR)</i>
HT (n=24) at diagnosis	0.11±0.09 uU/ml (0.01-0.29)	1.5 ng/dl (1.2-1.8, 0.30)
HT (n=24) at discharge	1.39±0.71 uU/ml (0.46- 2.89)	1.1 ng/dl (1-1.2, 0.09)
HT with clinical course (n=4)* At diagnosis	0.14±0.09 uU/ml (0.01-0.25)	1.75 ng/dl (1.45-9.3, 2.42)
HT with clinical course (n=4)* At discharge	1.79±0.47 uU/ml (1.1-2.39)	0.95 ng/dl (0.85-1.1, 0.13)

* Four patients from the HT group.

0.09) (Table I). Patients in Group 1 showed significantly more hyperthyroidism compared to Group 2 ($p=0.04$, OR 4, CI 95% CI,1.03-15.53) (Table II).

Only 4 out of 24 patients that developed transient hyperthyroidism showed a clinical course, with a mean TSH 0.14 ± 0.09 uU/ml (range 0.01-0.25) and a median FT4 1.75 ng/dl (1.45-9.3, IQR 2.42), and required medical treatment, two with propranolol and two with methimazole. All became euthyroid at discharge, with a mean TSH 1.79 ± 0.47 uU/ml (range 1.1-2.39) and a median FT4 0.95 ng/dl (0.85-1.1, IQR 0.125).

Discussion

Laryngeal cancer has a frequency of 2% of all malignancies, and it is the most common malignancy of the upper aerodigestive tract in Europe, with an estimated annual incidence of 25 cases per 100,000 inhabitants in Spain. There are important factors associated confirmed in the present study, such as alcohol abuse and smoking^{24,25}. It is often diagnosed in advanced stages, and treatment is mainly surgical, involving total laryngectomy with neck dissection, and even pharyngectomy.

There are a paucity of case reports regarding to patients who developed transient hyperthyroidism after total laryngectomy, and no clinical series were found after literature review^{13,14}. Our study shows a very high incidence (over 50%) of transient hyperthyroidism after total laryngectomy. Although its pathophysiology has not been clearly defined, we postulate that it may be due to thyroid manipulation.

Table II
Frequency of hyperthyroidism (HT) according to surgical procedure

	<i>Group 1 (n,%)</i>	<i>Group 2 (n, %)</i>	
HT (+)	12 (75%)	12 (42,86%)	24 (54,54%)
HT (-)	4 (25%)	16 (57,14%)	20 (45,46%)
Total	16 (100%)	28 (100%)	44 (100%)

$p=0.04$, OR 4, CI 95% CI,1.03-15.53.

Group 1 = Total laryngectomy + pharyngectomy.

Group 2 = Total laryngectomy + neck dissection.

Kobayashi et al compared two series of patients who had thyroid puncture and needle aspiration for thyroid nodules cysts, after which one of the patients developed transient hyperthyroidism, concluding that the emergence of this phenomenon has an incidence of less than 1% in this setting⁸. Leckie et al described a case with onset of thyroiditis, demonstrated by decreased uptake of Tc-99m in the left lobe of thyroid gland, with normal thyroid hormones in a 64 year-old patient after chronic trauma in the left side of the neck due to car seat-belt use, the thyroiditis was resolved one month after changing the seat-belt⁹.

The occurrence of transient hyperthyroidism has an incidence of 20% in post-parathyroidectomy patients as primary,⁶ and up to 77% as secondary hyperparathyroidism¹¹. Total laryngectomy usually involves thyroid isthmus section for mobilization of the larynx, and in some cases hemi-thyroidectomy; thus it seems reasonable to relate the mobilization of the gland with development of transient hyperthyroidism. Moreover, the more aggressive surgery, the higher the risk that transient hyperthyroidism appears, as was shown in our study.

Given the self-limited and subclinical course of hyperthyroidism, in most patients drug treatment is not indicated. Beta blockers can be given if there are marked symptoms or in patients with coronary disease^{1,3,16}. Methimazole takes 1-2 weeks to take effect, so it is not indicated in this setting.

Conclusions

A high incidence of self-limited hyperthyroidism was found after total laryngectomy for laryngeal cancer, with all TSH values returning to normal at discharge. A more aggressive type of surgery is clinically and statistically associated with a higher incidence of transient hyperthyroidism. Given the subclinical course of this condition, most patients do not require treatment other than monitoring during their hospital stay; thus we recommend checking thyroid hormones in the postoperative period of these patients. The hypothetical repercussion of these findings on resting and haemodynamic energy expenditure requires further studies.

References

1. Rudofsky G Jr, Grafe IA, Metzner C, Leowardi C, Fohr B. Transient post-operative thyrotoxicosis after parathyroidectomy. *Med Sci Monit*. 2009; 15(3): CS41-43.
2. Walfish PG, Caplan D, Rosen IB. Postparathyroidectomy transient thyrotoxicosis. *J Clin Endocrinol Metab*. 1992 Jul;75(1): 224-7.
3. Espiritu RP, Dean DS. Parathyroidectomy-induced thyroiditis. *Endocr Pract*. 2010 Jul-Aug;16(4):656-9.
4. Sato H, Miyamoto Y, Inagaki M, Kanai G, Suzuki H, Tanaka R et al. Atrial Fibrillation Induced by Post-Parathyroidectomy Transient Thyrotoxicosis. *Inter Med* 47: 1807-1811, 2008.
5. Neves C, Alves M, Delgado L, Medina JL. Tireoidite pos-parato. *Acta Med Port* 2009; 22:599-608.
6. Lindblom P, Valdemarsson S, Westerdahl J, Tennvall J, Bergenfelz A. Hyperthyroidism after surgery for primary hyperparathyroidism. *Langenbeck's Arch Surg* (1999) 384: 568-575.
7. Bergenfelz A, Ahrén B. Hyperthyroxinemia after surgery for primary hyperparathyroidism. *Langenbecks Arch Chir*. 1994; 379(3):178-81.
8. Kobayashi A, Kuma K, Matsuzuka F et al. Thyrotoxicosis after needle aspiration of thyroid cyst. *J Clin Endocrinol Metab* 1992; 75:21.
9. Leckie RG, Buckner AB, Bornemann M. Seat belt-related thyroiditis documented with thyroid Tc-99m pertechnetate scans. *Clin Nucl Med* 1992; 17(11): 859.
10. Stang MT, Yim JH, Challinor SM et al. Hyperthyroidism after parathyroid exploration. *Surgery* 2005; 138(6): 1058.
11. Rudofsky G, Tsioga M, Reismann P, Leowardi C, Kopf S, Grafe IA et al. Transient hyperthyroidism after surgery for secondary hyperparathyroidism: a common problem. *Eur J Med Res*. 2011 Aug 8;16(8):375-80.
12. Stephan R. Lederer and Helmut Schiffl. Transient hyperthyroidism after total parathyroidectomy for tertiary hyperparathyroidism: A report of two cases. *Wiener Klinische Wochenschrift* Volume 120, Numbers 13-14. 432-434.
13. Blenke EJ, Vernham GA, Ellis G. Surgery-induced thyroiditis following laryngectomy. *J Laryngol Otol*. 2004; 118(4): 313-4.
14. Mai VQ, Glistler BC, Clyde PW, Shakier KM. Palpation thyroiditis causing new-onset atrial fibrillation. *Thyroid* 2008; 18(5): 571.
15. McDermott A, Onyeaka CV, Macnamara M. Surgery-induced thyroiditis: fact or fiction? *Ear Nose Throat J* 2002; 81(6): 408-410.
16. Pearce EN. Diagnosis and management of thyrotoxicosis. *BMJ* 2006; 332: 1369-73.
17. Pfister DG, Laurie SA, Weinstein GS, et al. American Society of Clinical Oncology Clinical Practice Guideline for the Use of Larynx-Preservation Strategies in the Treatment of Laryngeal Cancer. *J Clin Oncol* 2006; 24:3693-3704.
18. Head and Neck Cancers. NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology. Version 2.2011. National Comprehensive Cancer Network.
19. Skandalakis' Surgical anatomy: the embryologic and anatomic basis of modern surgery. John Elias Skandalakis, Gene L. Colborn. PMP (Paschalidis Medical Publications, Ltd.) 14th Ed. 2004.
20. Head and Neck Surgery. Jan Helms. Total Laryngectomy. Thieme, 2nd Ed. 1998.
21. Christiansen L, Gallegos D. Total Laryngectomy. Iowa Head and Neck Protocols. The University of Iowa, Iowa City- IA (USA).
22. Romero A, Esteban F, Delgado M, Solanellas J, Soldado L, Fernández I et al. [Hypothyroidism in patients treated for laryngeal cancer: preliminary results]. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 1999 Apr;50(3):205-10.
23. Aimoni C, Scanelli G, D'agostino L, Pastore A. Thyroid function studies in patients with cancer of the larynx: preliminary evaluation. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2003 Dec; 129(6):733-8.
24. Bartual Pastor J, Roquette J, Bartual Magro J, Oliva M. Consideraciones sobre el cancer de laringe. *Anal Soc ORL Andaluza* 2001, 5:13-30.
25. Pare CA, Pare KE, Roa BV et al. Cancer de laringe: Revision. *Rev Post Grado VIa* 2009, 192: 17-22.



Original/Cáncer

Patient-Generated Subjective Global Assessment and classic anthropometry: comparison between the methods in detection of malnutrition among elderly with cancer

Carolina Araújo dos Santos¹, Carla de Oliveira Barbosa Rosa¹, Andréia Queiroz Ribeiro¹ and Rita de Cássia Lanes Ribeiro¹

¹Department of Nutrition and Health. Federal University of Viçosa. Brazil.

Abstract

Introduction: A comparative study of the various methods of nutritional assessment currently available in oncology are necessary to identify the most appropriate one, as well as the relationships that exist among the different instruments.

Objective: To compare the nutritional diagnosis obtained by the Patient-Generated Subjective Global Assessment (PG-SGA) with the objective anthropometric measurements in the elderly undergoing oncology treatment and to assess the concordance between the methods used in detecting malnutrition.

Methods: A cross-sectional study of the elderly, older than or equal to 60 years in age undergoing oncology treatment. The PG-SGA was performed and the anthropometric parameters including weight, height, Body Mass Index (BMI), arm circumference, arm muscle circumference, corrected arm muscle area, arm fat area, calf circumference, waist circumference, hip circumference, waist-hip ratio and triceps skinfold were evaluated. From a 24-hour recall the energy and macronutrient intakes were estimated.

Results: A total of 96 elderly patients were evaluated. The PG-SGA identified 29.2% with moderate malnutrition or suspected malnutrition and 14.6% with severe malnutrition. From among the elderly evaluated, 47.9% required critical nutritional intervention. The anthropometric parameters and the consumption of energy and macronutrients revealed significant differences based on the subjective PG-SGA classification. The prevalence of malnutrition ranged from 43.8% to 61.4%, depending upon the instrument used. The method most consistent with the diagnosis of malnutrition provided by the PG-SGA was the BMI ($\kappa = 0.54$; CI: 0.347-0.648).

Conclusions: The PG-SGA showed a significant correlation with the anthropometric measurements and with

VALORACIÓN SUBJETIVA GLOBAL GENERADA POR EL PACIENTE Y LA ANTROPOMETRÍA CLÁSICA: COMPARACIÓN ENTRE LOS MÉTODOS EN LA DETECCIÓN DE DESNUTRICIÓN EN ANCIANOS CON CÁNCER

Resumen

Introducción: Los estudios comparativos entre los métodos de evaluación nutricional en oncología son necesarios para identificar los medios más adecuados y las relaciones entre los diferentes instrumentos.

Objetivos: Comparar el diagnóstico nutricional obtenido por la Valoración Subjetiva Global-Generada por el Paciente (PG-SGA) con mediciones antropométricas objetivas en el tratamiento oncológico sometido ancianos y evaluar la concordancia entre los métodos de detección de la desnutrición.

Métodos: Estudio transversal de los ancianos con edad mayor o igual a 60 en tratamiento oncológico. El PG-SGA se realizó y evaluó los parámetros antropométricos: peso, talla, Índice de Masa Corporal (IMC), circunferencia del brazo, circunferencia muscular del brazo, área muscular del brazo corregida, brazo área de grasa, circunferencia de la pantorrilla, circunferencia de la cintura, circunferencia de la cadera, la cintura-cadera y pliegue tricéptico. Desde un recordatorio de 24 horas se estimaron los consumos de energía y macronutrientes.

Resultados: Se evaluaron un total de 96 ancianos. El PG-SGA identificó 29,2% con desnutrición moderada o sospecha de la desnutrición y el 14,6% con desnutrición severa. De las personas mayores evaluados, el 47,9% necesitó una intervención nutricional crítica. Parámetros antropométricos y el consumo de energía y macronutrientes mostraron diferencias significativas en función de la clasificación subjetiva de la PG-SGA. Prevalencia de la desnutrición varió de 43,8% a 61,4%, en función del instrumento utilizado. El método más consistente con el diagnóstico de desnutrición proporcionada por el PG-SGA fue el índice de masa corporal ($\kappa = 0,54$, IC: 0,347 hasta 0,648).

Conclusiones: El PG-SGA mostró una correlación significativa con las mediciones antropométricas y con el consumo de alimentos tanto para la clasificación cate-

Correspondence: Carolina Araújo dos Santos.
Department of Nutrition and Health.
Federal University of Viçosa. Brazil.
Av. PH Rolfs, s/n, Centro. Viçosa, Minas Gerais - Brazil.
CEP 36.570-000.
E-mail: carolaraujors@hotmail.com

Recibido: 25-IV-2014.
1.ª Revisión: 24-V-2014.
Aceptado: 1-IX-2014.

food consumption for both the categorical classification, as well as for the scoring system. Diagnosis of malnutrition showed variable prevalence depending upon the method used, and none were found equivalent to the PG-SGA.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:384-392)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7543

Keywords: *Nutritional status. Malnutrition. Aged. Neoplasms.*

Abbreviations

AC: Arm circumference.
AFA: Arm fat area.
AMC: Arm muscle circumference.
ANOVA: Analysis of Variance.
BMI: Body Mass Index.
CAMA: Corrected arm muscle area.
CC: Calf circumference.
H: Height.
HC: Hip circumference.
Max: Maximum.
Min: Minimum.
PG-SGA: Patient-Generated Subjective Global Assessment.
SD: Standard deviation.
TSF: Triceps skinfold.
W: Weight.
WC: Waist circumference.
WHR: Waist-hip ratio.

Introduction

Malnutrition in cancer patients is a common, underestimated and multifactorial condition¹. Its prevalence can extend to up to 85% of the cancer patients presenting physical, clinical and psychological implications². The lowered tolerance to antineoplastic therapy, increased risk of complications, poor quality of life and higher mortality have been highlighted³.

An assessment of their nutritional status allows for identification of those individuals in whom nutritional intervention is essential, in order to be able to start the treatment as early as is possible. Identification strategies to diagnose malnourished patients or those at nutritional risk are essential in order to implement effective nutritional support, reduce mortality and improve prognosis⁴. However, with regard to nutritional assessment, no method is currently available which can be considered the gold standard nor is there a consensus on which would be the best option, as well as the ideal cut-off points for assessment of the elderly with cancer.

Anthropometry is the universally employed method because it is inexpensive, noninvasive, and available to objectively assess the size, proportions and composition of the human body⁵. However, alterations that

acompany aging, including those of loss of body water, decreased muscle mass, decreased bone mineral density and spinal deformities can compromise the accuracy of the anthropometric diagnosis^{5,6}. In the case of the elderly cancer patients, the implications of the disease and treatment, including changes in cellular fluids (edema/dehydration) and the volume of solid tumors must also be taken into consideration, as they may mask the real weight and limit the use of anthropometry².

(*Nutr Hosp.* 2015;31:384-392)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7543

Palabras clave: *Estado nutricional. Desnutrición. Edad avanzada. Neoplasias.*

acompany aging, including those of loss of body water, decreased muscle mass, decreased bone mineral density and spinal deformities can compromise the accuracy of the anthropometric diagnosis^{5,6}. In the case of the elderly cancer patients, the implications of the disease and treatment, including changes in cellular fluids (edema/dehydration) and the volume of solid tumors must also be taken into consideration, as they may mask the real weight and limit the use of anthropometry².

As an alternative to the classical anthropometric nutritional assessment available, the Patient-Generated Subjective Global Assessment (PG-SGA) was developed by Ottery (1996)⁶. This is a subjective and specific instrument for use in individuals with cancer, already translated and validated for the Brazilian population⁷. A comparison between the PG-SGA and the conventional Subjective Global Assessment indicated good correspondence, specificity and sensitivity between the subjective methods in several studies^{8,9,10}, although a few studies evaluated its direct relationship with the objective measures, especially in a sample composed exclusively of the elderly.

Thus, considering the various assessment proposals that currently exist, the advantages and limitations of each and the complexity involved in the nutritional diagnosis of the elderly, this study sought to assess the nutritional status in elderly patients with cancer, with emphasis on a comparison among the diagnoses provided by classical anthropometry and those obtained by the subjective assessment of the PG-SGA.

Methods

Study design and sample

This is a cross-sectional study, performed in a cancer treatment center in the municipality of Ponte Nova, Minas Gerais, Brazil. Data collection was done between July and November 2012, using the elderly individuals who came in for medical consultation/treatment.

This study focused on elderly patients, older than or equal to 60 years of age. This classification is based on the criteria of the Expert Group on Epidemiology and Aging of the World Health Organization (WHO),

which defines the cutoff points of 60 and 65 years of age to define the elderly population in developing countries (such as Brazil) and developed countries, respectively¹¹. The other inclusion criteria included the diagnosis of cancer confirmed by biopsy and having initiated cancer treatment, undergoing outpatient consultation and having signed the Statement of Informed Consent. Excluded from the study were the elderly who did not exhibit the clinical conditions in response to the interview.

Procedures

Nutritional status was assessed using the PG-SGA and traditional objective anthropometric methods. Initially, the PG-SGA technique was applied. Besides the nutritional categorical diagnosis of the 'well-nourished' (stage A), 'moderate malnutrition' or 'suspected malnutrition' (stage B) and 'severe malnutrition' (stage C), the PG-SGA allowed for the screening of nutritional intervention through a scoring system, which when less than or greater than nine points indicates the need for critical intervention⁸.

This was followed by determining the anthropometric measurements. Weight (W) was measured on an electronic portable digital scale (Marte[®]) with a 200 kg capacity and a 0.05 kg sensitivity. The elderly subjects were positioned on the center of the scale in an upright position with arms extended laterally, barefoot and wearing light clothing¹².

Height (H) was measured using a portable vertical stadiometer, measured in centimeters and subdivided into millimeters (Altuxata[®]). The elderly were maintained in a standing position, with head in the Frankfurt plane, with shoulders, buttocks and heels touching the anthropometer pole, barefoot and with heels together¹².

Determination of the Waist Circumference (WC) was performed using a millimeter, non-elastic 1.5-m long tape, fitted to the body, without compression. The measurement was obtained at the height of the umbilicus, recorded at the time of expiration. The Hip Circumference (HC) was measured in the gluteal region corresponding to the largest bulge of the hips and buttocks, with the tape positioned perpendicular to the trunk without compressing the tissues. The Calf Circumference (CC) was evaluated with the elderly individual standing, with the tape placed in a horizontal position at the maximum circumference of the calf, touching the skin without compressing the underlying tissues. The Arm Circumference (AC) was measured at the midpoint between the acromion process of the scapula and the olecranon, on the non-dominant arm, with arms positioned parallel to the trunk^{12,13}.

The Triceps SkinFold (TSF) was measured with a caliper (Lange Skinfold Caliper[®]) with constant pressure of 10g/mm² and precision of 1.0 mm. The reading was performed on the rear portion of the non-dominant

arm, at the mid-point at which the AC was measured, with the arm loose and held alongside the body. The measurements were performed in triplicate, where the final result was the average of the values¹³. All the measurements were performed by the same researcher.

From the measurements of W and H the Body Mass Index (BMI) was calculated: BMI (kg/m²) = weight (kg)/height (m)². From the AC and the TSF, the following measures were calculated (adopting $\pi = 3.1416$):

Arm Muscle Circumference (AMC), using the formula proposed by Gurney and Jelliffe (1973)¹⁴:

$$AMC \text{ (cm)} = AC \text{ (cm)} - \pi \times [TSF \text{ (mm)} \div 10]$$

Arm Muscle Area (AMA), according to Frisancho (1981)¹⁵:

$$AMA \text{ (cm}^2\text{)} = \frac{[AC \text{ (cm)} - \pi \text{ TSF (cm)}]^2}{4\pi}$$

Corrected Arm Muscle Area (CAMA), specific to each sex, obtained according to the equations proposed by Heymsfield et al., (1982)¹⁶:

Men:

$$CAMA \text{ (cm}^2\text{)} = \frac{[AC \text{ (cm)} - \pi \times \text{TSF (cm)}]^2}{4\pi} - 10$$

Women:

$$CAMA \text{ (cm}^2\text{)} = \frac{[AC \text{ (cm)} - \pi \times \text{TSF (cm)}]^2}{4\pi} - 6.5$$

Arm Fat Area (AFA), according to Frisancho (1981)¹⁵:

$$AFA \text{ (cm}^2\text{)} = \frac{[AC \text{ (cm)}]^2}{4\pi} - \frac{[AC \text{ (cm)} - \pi \text{ TSF (cm)}]^2}{4\pi}$$

Nutritional diagnosis

The elderly were classified based on the degree of malnutrition evident by using different measures, independent of the intensity of the commitment. The following criteria for the diagnosis of malnutrition were adopted:

PG-SGA stage B (moderately malnourished or suspected malnutrition) or C (severely malnourished);

B) BMI < 22 kg/m², according to the cut-off points established by Lipschitz (1994)¹⁷;

C) CC < 31 cm, according to the World Health Organization⁶;

D) AC < 90% adequacy, obtained according to the equation AC (%) = AC obtained (cm) x 100 / 50th percentile of the AC. The 50th percentile was used as a reference according to the age group and sex for the Brazilian population¹⁸. The diagnoses included the following categories: severe malnutrition < 70%, moderate malnutrition 70-80% and mild malnutrition 80-90%, according to the classification of Blackburn and Thornton (1979)¹⁹.

E) AMC < 90% adequacy, obtained according to the equation AMC (%) = AMC obtained (cm) x 100

/ 50th percentile of the AMC. The 50th percentile was used as a reference according to the age group and sex for the Brazilian population¹⁸. The diagnosis included the following categories: severe malnutrition < 70%, moderate malnutrition 70-80% and mild malnutrition 80-90%, according to classification of Blackburn and Thornton (1979)¹⁹.

F) CAMA < 25th percentile. The 25th percentile was used as a reference based on the age group and sex for the Brazilian population¹⁸, including the categories: malnutrition < 10th percentile and risk of malnutrition \geq 10th and < 25th percentile, according to Moleiro et al., (2008)²⁰.

G) TSF < 90% adequacy, obtained according to the equation $TSF (\%) = TSF \text{ obtained (cm)} \times 100 / 50^{\text{th}} \text{ percentile of TSF}$. The 50th percentile was used as a reference according to the age group and sex for the Brazilian population¹⁸. The diagnosis included the following categories: severe malnutrition < 70%, moderate malnutrition 70-80% and mild malnutrition 80-90%, according to Blackburn and Thornton (1979)¹⁹.

H) AFA < 25th percentile, according to Rombeau et al., (1989)²¹, considering the 25th percentile according to the age and sex, as proposed by Menezes and Marucci (2007)²².

Food consumption

The evaluation of the amount of energy and macronutrient consumed was performed by applying a 24-hour recall, utilizing a food photo album (Diet Pro, version 5i). The family members/caregivers assisted in providing and confirming the information.

Statistical analyses

The normality of the variables was evaluated by the Kolmogorov-Smirnov test. The correlation between the PG-SGA scores and the anthropometric measurements was verified using the Spearman correlation. To compare the anthropometric parameters and food consumption according to the PG-SGA categories, either the Analysis of Variance (ANOVA) was performed complemented by the Tukey test or the Kruskal-Wallis test, complemented by Dunn's multiple comparison test, based on the distribution of the variables. The difference in the frequencies of malnutrition by gender for the different assessment methods was assessed by the chi-square test. The kappa coefficient adjusted to prevalence was used to assess the nutritional diagnostic concordance among the methods. The interpretation used was the one proposed by Landis and Koch (1977)²³, where kappa from 0 to 0.19 indicates poor agreement, 0.20 to 0.39 little agreement, 0.40 to 0.59 moderate, 0.60 to 0.79 substantial and 0.81 to 1.00 excellent agreement. In all the analyses the significance level adopted for the rejection of the null hypothesis was 5%.

Statistical analyses were performed using the SPSS software (version 17.0), the comparison between the nutritional diagnosis of the PG-SGA and anthropometric and food consumption parameters via the SIGMA STAT program (version 2.03), the analysis of the prevalence-adjusted kappa by the WINPEPI software (version 11.4) and the analysis of diet composition in terms of energy and macronutrients in the Diet Pro software (version 5i).

Ethical aspects

The study protocol was approved by the Ethics Committee on Human Research of the Federal University of Viçosa (No. 069/2012/CEPH) and the elderly patients who agreed to participate signed a Statement of Informed Consent, in the presence of a family member/caregiver.

Results

A total number of 96 elderly were evaluated, among who 50% were female, with a mean age of 70.6 (SD = 7.8 years), ranging from 60 to 93. Tumors that occurred in the order of frequency were prostate (n=27, 27%), breast (n=22, 22%), lung (n=9, 9.4%), esophagus (n=9, 9.4%) and stomach (n=8, 8.3%). Among the elderly evaluated, 51% (n=49) had undergone cancer surgery, 35.4% (n=34) had received radiotherapy and 49% (n=47) had metastases.

According to the PG-SGA, 43.8% of those evaluated presented a certain degree of malnutrition (stage B or C) and 47.9% required critical nutritional intervention (Table I).

Comparisons between the objective anthropometric measures and subjective classification according to the PG-SGA (Table II) indicated statistically significant differences between the groups (stage A, stage B and stage C) for all the anthropometric parameters and for the absolute consumption of energy, carbohydrates, lipids and proteins. As for the consumption of macronutrients in relation to the percentage of the total energy intake, no differences were observed among the groups between the protein consumption in g/kg body weight and energy intake in kcal/kg body weight. We highlighted the variability of the consumption variable as revealed by the large difference between the minimum and maximum values.

The *post hoc* comparisons indicated that the BMI, AMC and HC decreased significantly in the groups (A > B > C). For weight, the CAMA, AC, CC, energy and protein consumption differences were identified in values between categories A (well nourished) and C (severe malnutrition) (A > C), but not between B (moderate malnutrition/risk of malnutrition) and C. For AFA, TSF, consumption of carbohydrates and lipids, differences were identified between stages A and C (A > C).

Table I

Nutritional status and Patient-Generated Subjective Global Assessment score of elderly undergoing oncology treatment. Ponte Nova, Brazil, 2012

<i>Patient-Generated Subjective Global Assessment</i>	<i>n</i>	<i>%</i>
<i>Nutritional diagnosis</i>		
Well-nourished (stage A)	54	56.2
Moderate or suspected malnutrition (stage B)	28	29.2
Severe malnutrition (stage C)	14	14.6
<i>Nutritional Intervention</i>		
No intervention required (0-1 point)	3	3.1
Require nutrition education with patient and family (2-3 points)	8	8.4
Require nutritional intervention (4-8 points)	39	40.6
Require critical nutrition intervention and management of symptoms (≥ 9 points)	46	47.9

Table II

Anthropometric and food intake variables of elderly undergoing oncology treatment according to nutritional diagnosis by Patient-Generated Subjective Global Assessment. Ponte Nova, Brazil, 2012

<i>Variable</i>	<i>stage A (n=54)</i>	<i>stage B (n=28)</i>	<i>stage C (n=14)</i>	<i>p</i>
	<i>Mean (SD)¹ or Median (min-max)²</i>	<i>Mean (SD)¹ or Median (min-max)²</i>	<i>Mean (SD)¹ or Median (min-max)²</i>	
<i>Anthropometry</i>				
Weight	68.35 (11.82) ^a	58.10 (11.71) ^b	50.56 (13.55) ^b	<0.001*
BMI	26.98 (4.76) ^a	23.48 (4.46) ^b	19.65 (4.45) ^c	<0.001*
AC	29.50 (19.0 - 41.5) ^a	26.50 (19.2-38.0) ^b	21.250 (18.0-33.0) ^b	<0.001**
AMC	23.84 (2.33) ^a	22.12 (2.70) ^b	19.97 (3.55) ^c	<0.001*
CAMA	37.12 (8.80) ^a	31.52 (10.60) ^b	24.44 (11.88) ^b	<0.001*
AFA	20.93 (3.67 - 71.87) ^a	14.94 (4.37-44.09) ^{a,b}	7.51 (2.62-33.36) ^b	<0.001**
CC	35.50 (29.0-45.5) ^a	32.50 (23.5-40.0) ^b	29.25 (20.0-38.0) ^b	<0.001**
WC	96.11 (10.71) ^a	90.19 (11.34) ^a	78.00 (10.58) ^b	<0.001*
HC	99.97 (9.15) ^a	93.42 (9.43) ^b	83.80 (7.95) ^c	<0.001*
TSF	15.00 (4.00-41.00) ^a	12.50 (4.00-29.67) ^{a,b}	7.50 (3.00-22.67) ^b	0.001*
<i>Food intake</i>				
Energy (kcal)	1440.90 (409.43-3532.63) ^a	1084.68 (447.13-2762.86) ^b	866.05 (435.87-2526.57) ^b	<0.001**
kcal/kg body weight	26.26 (5.94-74.84)	20.94 (7.58-53.23)	15.10 (6.49-57.03)	0.387
Carbohydrates (g)	190.15 (57.82-613.93) ^a	157.33 (65.19-415.66) ^{a,b}	101.70 (67.00-409.41) ^b	0.003**
Carbohydrates (%EI)	56.65 (17.87-79.43)	58.40 (37.16-76.92)	55.38 (43.45-67.26)	0.648
Proteins (g)	60.68 (19.00-158.54) ^a	50.50 (14.27-128.75) ^b	33.31 (14.21-109.19) ^b	0.006**
Proteins (%EI)	16.40 (9.41-34.39)	15.16 (11.08-27.82)	17.48 (9.15-29.77)	0.765
Protein(g)/kg body weight	0.90 (0.32-2.43)	0.79 (0.25-2.48)	0.77 (0.20-2.46)	0.621
Lipids (g)	46.66 (2.58-164.36) ^a	33.28 (7.80-81.80) ^{a,b}	27.11 (11.79-55.74) ^b	0.003**
Lipids (%EI)	28.04 (5.67-54.00)	27.59 (12.44-45.83)	27.15 (14.99-33.05)	0.840

SD: standard-deviation; min: minimum; max: maximum; BMI: Body Mass Index (kg/m²); AC: Arm Circumference (cm); AMC: Arm Muscle Circumference (cm); CAMA: Corrected Arm Muscle Area (cm²); AFA: Arm Fat Area (cm²); CC: Calf Circumference (cm); WC: Waist Circumference (cm); HC: Hip Circumference (cm); TSF: Triceps SkinFold (mm).

¹For variables with normal distribution; ²For variables without normal distribution.

% EI: Percentual of total energy intake.

*Analysis of Variance (ANOVA), complemented by the Tukey test. **Kruskal-Wallis, complemented by Dunn's multiple comparisons test.

^{a,b,c} Values followed by different letters differed from each other ($p < 0.05$). Where there was no difference the letter was omitted.

Table III
Correlation among the Patient-Generated Subjective Global Assessment score and anthropometric and dietary variables of elderly undergoing oncology treatment. Ponte Nova, Brazil, 2012

<i>Variables</i>	ρ^1	<i>p</i>	<i>CI (95%)</i>
<i>Anthropometry</i>			
Weight (kg)	-0.371	<0.001	(-0.558 – -0.183)
Body mass index(kg/m ²)	-0.315	0.002	(-0.506 – -0.123)
Arm circumference (cm)	-0.260	0.011	(-0.455 – -0.065)
Arm muscle circumference (cm)	-0.192	0.061	(-0.390 – 0.006)
Arm muscle area (cm ²)	-0.192	0.061	(-0.390 – 0.006)
Corrected arm muscle area (cm ²)	-0.191	0.062	(-0.389 – 0.007)
Arm fat area (cm ²)	-0.227	0.026	(-0.424 – -0.030)
Calf circumference (cm)	-0.325	0.001	(-0.516 – -0.134)
Waist circumference (cm)	-0.185	0.082	(-0.384 – 0.014)
Hip circumference (cm)	-0.307	0.003	(-0.499 – -0.115)
Triceps skinfold (mm)	-0.200	0.051	(-0.398 – -0.002)
<i>Food intake</i>			
Energy (kcal)	-0.631	<0.001	(-0.787 – -0.474)
Carbohydrates (g)	-0.515	<0.001	(-0.688 – -0.341)
Proteins (g)	-0.541	<0.001	(-0.711 – -0.370)
Lipids (g)	-0.598	<0.001	(-0.760 – -0.435)

¹Spearman's correlation coefficient.
 CI 95%: 95% Confidence Interval.

For WC, the difference between stages A and C (A > C) and between C and B (B > C) were observed. Although it is a subjective method, nutritional diagnosis by the PG-SGA showed a good relationship with the classical objective measures of the nutritional status among the elderly, especially among stages A and C, with significantly lower values for anthropometric parameters and food consumption in the last stage.

The PG-SGA score showed a significant inverse correlation for weight, body mass index, arm circumference, arm fat area, calf circumference, hip circumference, and intake of energy, carbohydrates, proteins and lipids (as shown in Table III). Thus, the higher scores in the PG-SGA, which indicated greater need for nutritional intervention, even with the variable magnitude, were associated with a reduced dietary intake and lower anthropometric values for 6 of the 12 anthropometric parameters evaluated.

The prevalence of malnutrition in the elderly determined by the PG-SGA was 43.8%, ranging from 24% (as determined by the CC) to 61.4% (as determined by the TSF) (Fig. 1). A comparison of the frequency of malnutrition among the sexes by different methods indicated a significant difference when the diagnosis was obtained using the AMA and CAMA, where a higher incidence of malnutrition was observed in males.

A statistically significant correlation was identified between the diagnosis of malnutrition provided by the PG-SGA and anthropometric measures. The highest values obtained from the concordance analysis (kappa) were observed for the BMI, AFA and CC, which showed moderate agreement with the diagnosis of the PG-SGA and observed agreements of 77.1%, 75% and 71.9%, respectively. The other parameters showed weak concordance, although they were statistically significant (Table IV).

All the elderly patients were able to fill the PG-SGA without assistance. Only two did not remember their earlier weight from the previous month. As the PG-SGA includes an alternative to this issue (to assess the weight six months prior), all candidates answered the questionnaire in full. The elderly neither showed nor reported any difficulty in understanding the questions posed.

Discussion

According to the PG-SGA, 43.8% of the elderly possessed some degree of malnutrition and 88.5% required nutritional intervention, whereas in 47.9% critical intervention was necessary. These results are consistent with the results of other studies, which, when

Table IV
Concordance among the malnutrition diagnosis by the Patient-Generated Subjective Global Assessment and anthropometric parameters of elderly undergoing oncology treatment. Ponte Nova, Brazil, 2012

Parameters	Observed concordance (%)	Kappa	p	CI (95%)	Kappa adjusted by prevalence
BMI	77.1	0.516	0.000	0.347 - 0.684	0.54
CC	71.9	0.398	0.000	0.225 - 0.570	0.44
TSF	67.7	0.372	0.000	0.199 - 0.544	0.35
AMC	66.7	0.312	0.002	0.121 - 0.502	0.33
AC	67.7	0.346	0.001	0.157 - 0.534	0.35
AMA and CAMA	65.6	0.292	0.004	0.099 - 0.484	0.31
AFA	75.0	0.481	0.000	0.304 - 0.657	0.50

BMI: Body Mass Index; CC: Calf Circumference; TSF: Triceps SkinFold; AMC: Arm Muscle Circumference; AC: Arm Circumference; AMA: Arm Muscle Area; CAMA: Corrected Arm Muscle Area; AFA: Arm Fat Area. CI 95%: 95% Confidence Interval.

using the same instrument, found a prevalence of malnutrition ranging from 43.4%²³ to 58.4%²⁴ and the critical need for nutritional intervention between 42.4%²⁵ and 59.5%²⁶. In the study conducted by Segura et al., (2005)²⁷ in a sample composed of 781 cancer patients, 52% were identified with some degree of malnutrition and 97.6% required some counseling/nutritional intervention. Thus, it was found that even individuals classified as 'well nourished' by the PG-SGA may require intervention, corroborating the studies of Colling et al., (2012)²⁸ and Mota et al., (2009)⁹. In the present study, when considering only the elderly classified as 'well nourished' by the PG-SGA (stage A), 79.6% pre-

sented a need for some type of nutritional intervention and in 20.3% critical intervention was necessary. The results confirm and reiterate the continued need for nutritional care in individuals with cancer, especially in those individuals classified as 'well nourished'. In this sense, the score provided by the PG-SGA presents an additional advantage compared with the objective methods.

Application of the first part of the PG-SGA using the interview format may be considered a good alternative for use in the elderly, particularly for those with minimal education and visual difficulties. It is suggested that among the elderly, the first part of the

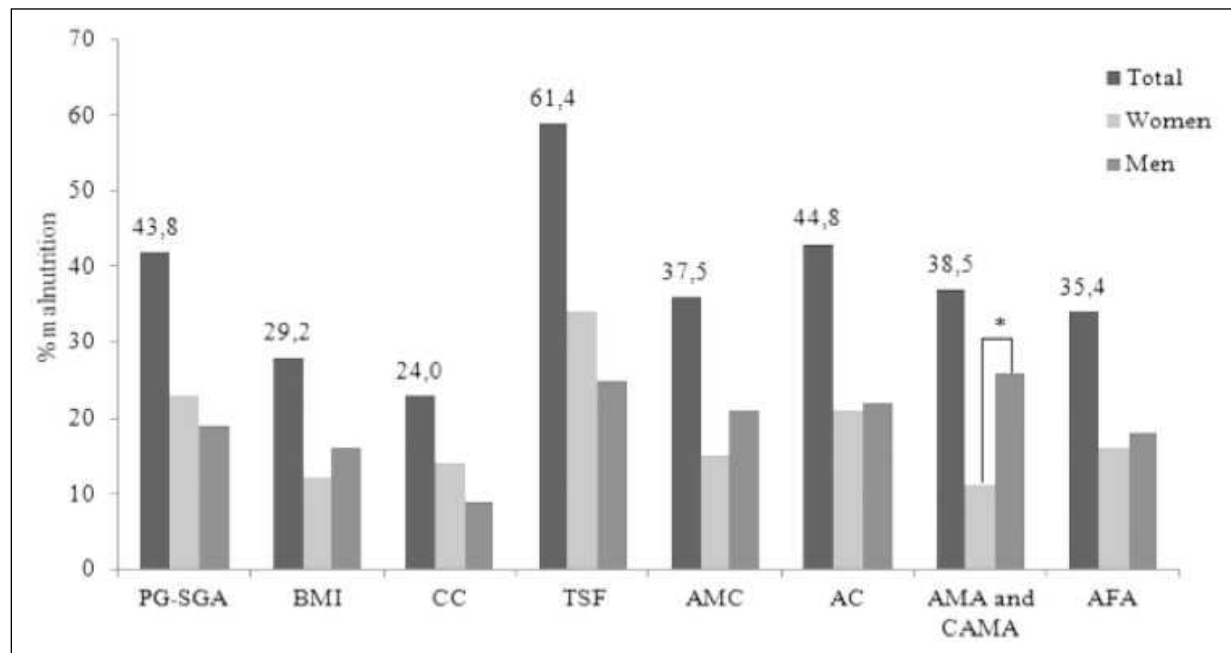


Fig. 1.—Prevalence of malnutrition in elderly undergoing oncology treatment, in the total sample and by sex, according to the different methods. Ponte Nova, Brazil, 2012.

PG-SGA: Patient-Generated Subjective Global Assessment; BMI: Body Mass Index; CC: Calf Circumference; TSF: Triceps SkinFold; AMC: Arm Muscle Circumference; AC: Arm Circumference; AMA: Arm Muscle Area; CAMA: Corrected Arm Muscle Area; AFA: Arm Fat Area.

* $p < 0.05$ in the chi-square test.

instrument be applied as an interview. In our study, the participants had no difficulty in answering the questions, suggesting the applicability of this method in the elderly, regardless of the educational level and age. Further studies using larger sample sizes should allow the stratification analyses by age and educational level, which may contribute towards confirmation of the validity of this method.

Categorical classification of the PG-SGA showed good relationship with the parameters evaluated, to the extent that the ratings of moderate or suspected malnutrition (stage B), and especially those of severe malnutrition (stage C), were accompanied by a significant decrease in the anthropometric measures and consumption variables. With weighted methodological differences in the study of Ravasco et al., (2003)²⁹, who used the PG-SGA and a 24-hour recall in 205 adult and elderly patients with cancer, differences were also observed in the food intake according to the subjective classification of nutritional status. The researchers observed an energy consumption lower than 955 kcal in subjects with severe malnutrition, slightly higher than the median found for this group (stage C) in the present study, which was 866 kcal. The other categories (stages A and B) showed significantly higher consumptions.

Kwang and Kandiah (2010)³⁰, when assessing the adult and elderly patients with advanced cancer, also observed clear relationships between the PG-SGA and anthropometric measurements. A significant inverse correlation was observed between the PG-SGA score and the TSF measurements ($r = -0.32$), AC ($r = -0.32$), AMC ($r = -0.26$) and BMI ($r = -0.29$) ($p < 0.05$). In the present study, with a sample composed exclusively of elderly individuals with cancer, a significant inverse correlation with similar association strength was observed for weight ($\rho = -0.37$), BMI ($\rho = -0.315$), WC ($\rho = -0.26$), AFA ($\rho = -0.23$), CC ($\rho = -0.32$) and HC ($\rho = -0.30$) ($p < 0.05$). Thus, a higher score provided by the subjective instrument, indicative of greater nutritional risk and greater need for intervention is associated with the lower anthropometric measures related to the body mass, muscle tissue and fat reserves. According to these authors, the PG-SGA is equally informative regarding the classical objective indicators and is recommended for cancer patients undergoing palliative care. The results indicate that this association is also valid for the nutritional evaluation of the elderly outpatients.

A higher incidence of malnutrition was observed when using the TSF (61.5%) and the lowest was recorded while using the CC (24%). Ulsenheimer et al., (2007)³¹, on using different indicators for the assessment of nutritional status in adults and the elderly with cancer, also identified a great discrepancy in the prevalence of malnutrition depending upon the method used. The incidence of malnutrition ranged from 5.5%, when using the BMI, to 66.7%, according to diagnosis by the TSF; where the incidence of malnutrition by the

PG-SGA was 50% and 38.9% for the AC and 16.7% for the AMC. In the present study, these percentages corresponded to 43.8%, 44.8% and 37.5% of those evaluated, respectively. It must be considered that the cutoffs and percentile Tables used as reference for the classification of nutritional status were not developed for cancer patients, which may compromise and limit the diagnosis.

If, for objective measurements, a significant correlation was identified with the PG-SGA along with differences according to the categorical classification, the concordance between the diagnosis of malnutrition by the PG-SGA with the objective methods was variable (from 65.6% to 77.1% depending on the method used), with the higher concordance being observed compared with the diagnosis obtained by the BMI ($\kappa = 0.516$; $p < 0.001$). A similar result was obtained by Ramos Chaves et al., (2010)³², who also observed a concurrence between the PG-SGA and BMI with the same magnitude ($\kappa = 0.52$; $p < 0.01$) in a study involving 450 adult and elderly patients with cancer. The authors consider that the two methods are complementary: the BMI to classify overweight individuals and the PG-SGA to identify the malnourished patients, those at risk for malnutrition and the factors that most impact nutritional depletion.

The assessment of the nutritional status unfortunately boasts no gold standard for the diagnosis of nutritional disorders and there is also no ideal indicator which can on its own merit enable an accurate assessment of the nutritional state³³. According to Pinho et al., (2004)³⁴, the use of isolated anthropometric measurements produces questionable results, given the limitations inherent in the methods, which must be supplemented by the association of different indicators. Grouping and interpreting these indicators together poses a major challenge for the science of nutrition.

According to Acuña and Cruz (2004)³⁵, the best method depends on the objectives of the evaluation. Considering the results obtained in the present study, the information extracted by the PG-SGA and the possibility that it indicates, in addition to a nutritional diagnosis, the need for nutritional intervention, confirms its recommendation as the preferred method for the identification of malnutrition in the elderly patients with cancer. If the main focus is the identification of excess weight and characterization of body composition, classical anthropometric measures will assume an important role in nutritional diagnosis, despite the limitations already presented.

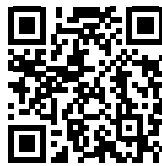
Early detection of nutritional disorders, by malnutrition or excess weight, allows that primary nutritional intervention is performed in an attempt to minimize or prevent complications through corrective and preventive measures. In light of this information, the awareness of the nutritionists regarding the methods available, their indications, limitations and possibilities in nutritional management becomes crucial, particularly in individuals with cancer.

Conclusions

Based on the results presented, it was concluded that: 1) the score obtained by the PG-SGA has a good relationship with the anthropometric measurements and absolute food intake in the elderly; 2) The diagnosis of malnutrition by the PG-SGA shows variable concordance among the different methods and the present study revealed a higher magnitude with the BMI, CC and the AFA; 3) No single method was found to be equivalent to the PG-SGA for identifying individuals at nutritional risk.

References

1. Capra S, Ferguson M, Ried K. Cancer: Impact of nutrition intervention outcome - nutrition issues for patients. *Nutrition* 2011; 17(9) 769-72.
2. Davies M. Nutritional screening and assessment in cancer-associated malnutrition. *Eur J Oncol Nurs* 2005; 9(2): 64-73.
3. Marín Caro MM, Laviano A, Pichard C. Nutritional intervention and quality of life in adult oncology patients. *Clin Nutr* 2007; 26(3): 289-301.
4. Blanc-Bisson C, Fonck M, Rainfray M, Soubeyran P, Bourdel-Marchasson I. Undernutrition in elderly patients with cancer: target for diagnosis and intervention. *Crit Rev Oncol Hematol* 2008; 67(3): 243-54.
5. World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. *World Health Organ Tech Rep Ser* 1995; 854: 1-452.
6. Ottery FD. Definition of standardized nutritional assessment and interventional pathways in oncology. *Nutrition* 1996; 12(1): 15-9.
7. Gonzalez MC, Borges LR, Silveira DH, Assunção MCF, Orlandi SP. Validação da versão em português da Avaliação Subjetiva Global Produzida pelo Paciente. *Rev Bras Nutr Clin* 2010; 25(2): 102-8.
8. Bauer J, Capra S, Ferguson M. Use of the scored Patient-Generated Subjective Global Assessment (PG-SGA) as a nutrition assessment tool in patients with cancer. *Eur J Clin Nutr* 2002; 56(8): 779-85.
9. Mota MA, Andrade LL, El-Kik RM, D'Ambrosi G. Subjective global assessment and subjective global assessment produced by the oncology patient: a comparative study. *Rev Bras Nutr Clin* 2009; 24(3): 196-202.
10. Thoresen L, Frykholm G, Lydersen S, Ulveland H, Baracos V, Prado CM et al. Nutritional status, cachexia and survival in patients with advanced colorectal carcinoma. Different assessment criteria for nutritional status provide unequal results. *Clin Nutr* 2013; 32(1): 65-72.
11. World Health Organization. The uses of epidemiology in the study of the elderly. Report of a WHO scientific group on the epidemiology of aging. Technical Report Series. *Genebra* 1984; 706: 1-84.
12. Jelliffe DB. Evaluacion del estado de nutrición de la comunidad com especial referencia a las encuestas em las regiones in desarrollo. *Genebra: Organización Mundial de la Salud*; 1968.
13. Coelho MASC, Amorim RB. Avaliação nutricional em geriatría. In: Duarte ACG. Avaliação nutricional: Aspectos clínicos e laboratoriais. 1st ed. São Paulo: Atheneu; 2007. p. 155-76.
14. Gurney JM, Jelliffe DB. Arm anthropometry in nutritional assessment: nomogram for rapid calculation of muscle circumference and cross-sectional muscle and fat areas. *Am J Clin Nutr* 1973; 26(9): 912-5.
15. Frisancho AR. New norms of upper limb fat and muscle areas for assessment of nutrition status. *Am J Clin Nutr* 1981; 34(11): 2540-5.
16. Heymsfield SB, McManus C, Smith J, Stevens V, Nixon DW. Anthropometric measurement of muscle mass: revised equations for calculating bone-free arm muscle area. *Am J Clin Nutr* 1982; 36(4): 680-90.
17. Lipschitz DA. Screening for nutritional status in the elderly. *Primary Care* 1994; 21(1): 55-67.
18. Barbosa AR, Souza JMP, Lebrão ML, Laurenti R, Marucci MFN Anthropometry of elderly residents in the city of São Paulo, Brazil. *Cad Saúde Pública* 2005; 21(6): 1929-38.
19. Blackburn GL, Thornton PA. Nutritional assessment of the hospitalized patients. *Med Clin North Am* 1979; 63(5): 1103-15.
20. Moleiro FR, Bennemann RM. Nutritional status and risk for Cardiovascular disease in women old residents in institution Asilar. *Saúde e Pesquisa* 2008; 1(2): 145-9.
21. Rombeau JL, Caldwell MD, Forlaw L, Guenter PA. Atlas of nutritional support techniques. Little, Brown and Co, Boston, 1989.
22. Menezes TN, Marucci MFN. Trends in body fat and muscle mass among elderly individuals in Fortaleza, Ceará State, Brazil. *Cad Saúde Pública* 2007; 23(12): 2887-95.
23. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977; 33(1): 159-74.
24. Nourissat A, Vasson MP, Merrouche Y, Bouteloup C, Goutte M, Mille D et al. Relationship between nutritional status and quality of life in patients with cancer. *Eur J Cancer* 2008; 44(9): 1238-42.
25. Brito LF, Silva LS, Fernandes DD, Pires RA, Nogueira ADR, Souza CL et al. Perfil nutricional de pacientes com câncer assistidos pela Casa de Acolhimento ao Paciente Oncológico do Sudoeste da Bahia. *Rev Bras Cancerol* 2012; 58(2): 163-71.
26. Heredia M, Canales S, Sáez C, Testillano M. The nutritional status of patients with colorectal cancer undergoing chemotherapy. *Farm Hosp* 2008; 32(1): 35-37.
27. Segura A, Pardo J, Jara C, Zugazabeitia L, Carulla J, de las Peñas R et al. An epidemiological evaluation of the prevalence of malnutrition in Spanish patients with locally advanced or metastatic cancer. *Clinical Nutrition* 2005; 24(5): 801-14.
28. Colling C, Duval PA, Silveira DH. Patients undergoing Chemotherapy: prior nutritional assessment. *Rev Bras Cancerol* 2012; 58(4): 611-17.
29. Ravasco P, Monteiro-Grillo I, Vidal PM, Camilo ME. Nutritional deterioration in cancer: the role of disease and diet. *Clin Oncol (R Coll Radiol)* 2003; 15(8): 443-50.
30. Kwang AY, Kandiah M. Objective and subjective nutritional assessment of patients with cancer in palliative care. *Am J Hosp Palliat Care* 2010; 27(2): 117-26.
31. Ulsenheimer A, Silva ACP, Fortuna FV. Perfil nutricional de pacientes com câncer segundo diferentes indicadores de avaliação. *Rev Bras Nutr Clin* 2007; 22(4): 292-7.
32. Ramos Chaves M, Boléo-Tomé C, Monteiro-Grillo I, Camilo M, Ravasco P. The diversity of nutritional status in cancer: new insights. *Oncologist* 2010; 15(5): 523-30.
33. Leuenberger M, Kurmann S, Stanga Z. Nutritional screening tools in daily clinical practice: the focus on cancer. *Support Care Cancer* 2010; 18(2): 17-27.
34. Pinho NB, Pacheco SA, Baluz KG, Oliveira AGL. Manual de nutrição oncológica: bases clínicas. São Paulo: Atheneu; 2004.
35. Acuña K, Cruz T. Nutritional assessment of adults and elderly and the nutritional status of the Brazilian population. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2004; 48(3): 345-61.



Original/Deporte y ejercicio

Nivel de condición física y su relación con el estatus de peso corporal en escolares

Aranzazu Gálvez Casas¹, Pedro Luís Rodríguez García¹, Andrés Rosa Guillamón¹, Eliseo García-Cantó¹, Juan José Pérez Soto¹, María Loreto Tárraga Marcos¹ y Pedro Juan Tárraga López²

¹Departamento de Expresión corporal, plástica, musical y dinámica. Facultad de Educación. Universidad de Murcia.

²Departamento Ciencias Médicas. Universidad Castilla la Mancha. España.

Resumen

Objetivo: Analizar y establecer posibles relaciones entre el estatus de peso corporal y el nivel de condición física relacionado con la salud en una muestra de escolares de Primaria.

Material y Método: Estudio descriptivo-transversal. Un total de 216 escolares (125 mujeres de 8-11 años) participaron en la evaluación del peso, talla y condición física (Batería ALPHA-Fitness). El estatus de peso corporal (normo-peso, sobrepeso y obesidad) fue categorizado usando estándares internacionales.

Resultados: Los varones presentan en promedio valores superiores en el test de carrera 4x10 metros, dinamometría manual, salto longitudinal y Course-Navette. Las mujeres presentan una mayor tendencia a exceder el peso saludable. El análisis de varianza mostró que un nivel alto de condición física se asocia de manera directa con un estatus de normopeso ($p < ,01$).

Conclusiones: Los resultados del presente estudio sugieren que los escolares que poseen niveles superiores de condición física presentan una mayor tendencia a un estatus de peso corporal dentro de parámetros normales. Se precisan programas de fomento de la actividad física con el fin de mejorar la condición física y con ello el estatus corporal de los jóvenes. Incrementar las horas de Educación física escolar o llevar cabo programas educativos centrados en la nutrición pueden ser medidas eficientes para mejorar el estado de salud general.

(Nutr Hosp. 2015;31:393-400)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8074

Palabras Clave: Composición corporal. Condición física. Niños. Actividad física.

PHYSICAL FITNESS LEVEL AND ITS RELATIONSHIP WITH BODY WEIGHT STATUS IN SCHOOL CHILDREN

Objective: To explore and establish possible relationships between body weight status and fitness level in a sample of primary school children.

Methods: Descriptive and cross-sectional study. A total of 216 students (125 women 8-11 years) participated in the assessment of weight, height and physical condition. The body weight status (normal-weight, overweight and obesity) was categorized according to international standards.

Results: males have on average higher values in the running test 4x10 meters, manual dynamometry, longitudinal jump and Course-Navette. Women show a higher tendency to exceed healthy weight. The analysis showed that a high level of fitness is directly associated with normal weight status ($p < .01$).

Conclusions: The results of this study suggest that students who have higher fitness levels are more likely to have a body weight status within normal parameters. Programs promoting physical activity, aimed to improve fitness, and thus the body status need to be implemented. Increasing physical education time at school or conducting educational programs focused on nutrition can be effective measures to improve overall health.

(Nutr Hosp. 2015;31:393-400)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8074

Key words: Body composition. Physical fitness. Children. Physical activity.

Correspondencia: Pedro Juan Tárraga López.

Institución: Facultad de Medicina.

Universidad de Castilla la Mancha.

C/ Angel 53. 1E. 02002 Albacete (España).

E-mail: pjtarra@seccam.jccm.es

Recibido: 13-IX-2014.

Aceptado: 13-X-2014.

Abreviaturas

CF: Condición física.

Introducción

El nivel de condición física se puede considerar como la capacidad para realizar actividad física y/o ejercicio físico y su valoración constituye una medida que describe el estado integrado de las principales funciones orgánicas que intervienen en el movimiento corporal¹.

Diversos estudios sugieren que el nivel de condición física es un predictor de morbi-mortalidad por enfermedad cardio-vascular independientemente del estado de salud de la persona, con o sin sobrepeso, tanto en varones² como en mujeres³, siendo además considerado un factor determinante de longevidad y calidad de vida relacionada con la salud⁴⁻⁷.

La evidencia científica disponible indica el alarmante descenso de los niveles de condición física en la infancia y adolescencia⁸. Recientes investigaciones sugieren que un índice bajo de condición física es uno de los factores que se asocian de manera directa con el sobrepeso y la obesidad infanto-juvenil⁹⁻¹³. Estas relaciones también se han comprobado bajo condiciones controladas de laboratorio¹⁴.

Teniendo en cuenta que la obesidad está fuertemente relacionada con diversos desórdenes fisiológicos y psicosociales¹⁵⁻¹⁶, así como su repercusión en la salud pública, bienestar y calidad de vida de los jóvenes¹⁷⁻¹⁸, es necesario prestar atención a las características del estatus corporal desde edades tempranas, ya que la infancia constituye un periodo fundamental en el aprendizaje de conductas que configuran el estilo de vida¹⁹.

De ese modo, detectar aquellos sujetos que tienen sobrepeso u obesidad y observar la relación que ello tiene con el nivel de condición física puede ser importante para evitar problemas de salud a medio o largo plazo. El objetivo del presente estudio es analizar las

posibles relaciones entre el estatus de peso corporal y el nivel de condición física relacionado con la salud a una muestra de escolares de entre 8 y 11 años del sureste español.

Materiales y métodos

Participantes

Un total de 216 escolares españoles (91 varones y 125 mujeres) de edades comprendidas entre 8 y 11 años (media \pm desviación estándar: $9,72 \pm 1,58$) participaron en el presente estudio descriptivo y de carácter transversal. Los escolares pertenecían a centros públicos de Educación Primaria y todos cursaban la asignatura de Educación Física (Tabla I). Como criterio de exclusión en el estudio se estableció la presencia de enfermedades crónicas o riesgo óseo-muscular y cardiovascular. Se informó al equipo directivo, asociación de padres y a los participantes de la finalidad de la investigación, dando todos ellos su consentimiento informado para participar en el estudio.

La investigación se llevó a cabo de acuerdo con las normas deontológicas reconocidas por la Declaración de Helsinki (revisión de 2008), y siguiendo las recomendaciones de Buena Práctica Clínica de la CEE (documento 111/3976/88 de julio de 1990) y la normativa legal vigente española que regula la investigación clínica en humanos (Real Decreto 561/1993 sobre ensayos clínicos). Este trabajo ha sido sometido a valoración y ha obtenido la aprobación del Comité de Bioética de la Universidad de Murcia.

Variables e instrumentos

La aptitud de los escolares para realizar las pruebas de condición física se obtuvo a través del Cuestionario

Tabla I
Distribución de la muestra según sexo y edad

		Edad					
		8	9	10	11	Total	
Sexo	Varones	Recuento	22	14	16	39	91
		% de sexo	24,2%	15,4%	17,6%	42,9%	100,0%
		% del total	10,2%	6,5%	7,4%	18,1%	42,1%
	Mujeres	Recuento	35	25	12	53	125
		% de sexo	28,0%	20,0%	9,6%	42,4%	100,0%
		% del total	16,2%	11,6%	5,6%	24,5%	57,9%
Total	Recuento	57	39	28	92	216	
	% de sexo	26,4%	18,1%	13,0%	42,6%	100,0%	
	% del total	26,4%	18,1%	13,0%	42,6%	100,0%	

de Aptitud para la Actividad Física²⁰ y la autorización médica solicitada por los centros educativos al inicio del curso escolar para participar en las sesiones de Educación Física.

Para medir el nivel de condición física relacionado con la salud se seleccionaron diversas pruebas de la *Batería ALPHA-Fitness basada en la evidencia* y se añadió el test de capacidad motora 4x10 metros que se propone en la versión extendida por la asociación positiva entre velocidad/agilidad y salud osteo-articular en escolares²¹.

Los pruebas de evaluación seleccionadas facilitan una medida objetiva de la condición física²² y tienen una asociación directa con la salud, según los principios del American College of Sport Medicine²³. Asimismo, la fundamentación científica en la que se ha basado la selección de estos test se ha llevado a cabo a través de pruebas de validez, fiabilidad y capacidad para predecir el estado de salud presente y futuro previamente publicadas¹. Durante todo el proceso se siguió el protocolo de medición determinado en la *Batería ALPHA-Fitness*²¹. Las pruebas que se llevaron a cabo fueron las siguientes:

Valoración de la capacidad músculo-esquelética: fuerza de prensión manual y salto longitudinal a pies juntos.

La fuerza máxima de prensión manual fue medida a través de dinamometría máxima manual mediante un dinamómetro digital con agarre ajustable (TKK 5041 Grip D, Takei, Tokio, Japan) y con una regla-tabla para ajustar la amplitud del agarre. La fuerza explosiva del tren inferior se valoró mediante salto longitudinal a pies juntos²⁴.

Valoración de la capacidad motora: carrera 4x10 m.

La velocidad de desplazamiento, agilidad y coordinación dinámica general fue estimada con el test de carrera 4x10 metros.

Valoración de la capacidad aeróbica: test de 20 m de ida y vuelta.

La capacidad aeróbica fue medida a través del test de 20 metros de ida y vuelta (Test de Course-Navette), una prueba de campo indirecta-incremental-máxima.

Por otro lado, con el objetivo de evaluar el estatus de peso corporal se midió el peso corporal mediante una báscula electrónica SECA 861 (rango de 0,05 a 130 kg; precisión de 0,05 kg), así como la estatura mediante un tallímetro telescópico SECA incorporado en la báscula (rango de 60 a 200 cm; precisión de 1mm). Una vez obtenidas las mediciones, se calculó el índice de masa corporal (IMC, peso en kg dividido por la talla en metros al cuadrado), determinando el estatus de peso corporal de los participantes (normopeso, sobrepeso y obesidad) mediante puntos de corte del IMC según estándares internacionales²⁵.

Procedimiento

Se escogieron diversos centros educativos por la facilidad de acceso a la muestra y con la finalidad de no introducir variables extrañas (por ejemplo, distintos climas motivacionales) en la investigación que no podían ser controladas. Antes de comenzar el trabajo de campo, los dos investigadores realizaron tres sesiones teórico-prácticas en los centros seleccionados para estandarizar el protocolo de medición.

Cada evaluador realizó el mismo test a todos los participantes. Durante la primera sesión se realizaron las medidas de la composición corporal: peso y talla. En la segunda sesión se realizaron las medidas de las pruebas de condición física a primera hora de la mañana con el fin de evitar la fatiga de otras actividades físicas que realizan durante el día. El orden de las pruebas fue el siguiente: dinamometría manual, salto longitudinal, carrera de 4x10m y Course-Navette. El trabajo fue realizado durante el curso académico 2013/14, en horario lectivo y durante las mañanas, visitando los centros durante el mes de noviembre de 2013.

Análisis de datos

Los datos fueron analizados con el programa estadístico SPSS (v.19.0 de SPSS Inc., Chicago, IL, EE.UU.) fijándose el nivel de significación en $\alpha = .05$. La distribución de las variables resultó normal a través de una prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov. Para todas las variables continuas se calcularon medias, mínimos y máximos, y para variables categóricas porcentajes. Se realizó también un análisis de varianza (ANOVA) para estudiar la relación entre el nivel global de condición física y el estatus de peso corporal.

Resultados

En las tablas II y III se presentan los datos descriptivos en función del sexo y la edad de las pruebas de condición física y estatus corporal de la muestra analizada.

Las pruebas T-student aplicadas arrojan valores significativamente más altos en los varones. También, se observaron aumentos significativos de los registros en todas las pruebas en las diferentes franjas de edad analizadas. Los valores promedio del IMC se encuentran dentro de la normalidad con respecto a estándares internacionales de referencia.

En la tabla IV podemos apreciar la distribución de los escolares en función de las diferentes categorías del estatus corporal: normo-peso, sobrepeso y obesidad y en función del sexo. Los datos muestran como el 59,2% de los sujetos se encuentra en la categoría de

Tabla II
Parámetros descriptivos de la composición corporal según sexo y edad

<i>Edad</i>			<i>Peso</i>	<i>Talla</i>	<i>IMC</i>
8	Varón	Media	32,3	130,3	18,8
		Mínimo	22,9	121	15,1
		Máx.	57,7	144	27,8
	Mujer	Media	29,5	128,7	17,7
		Mínimo	21,6	116,5	14,3
		Máx.	49,5	143,5	25,2
9	Varón	Media	37,2	138,1	19,4
		Mínimo	25,3	131	14,4
		Máx.	52,1	149	29,9
	Mujer	Media	36,6	135,2	20,1
		Mínimo	20,4	119	15,74
		Máx.	54,5	151	28,7
10	Varón	Media	41,1	142,5	20,1
		Mínimo	31,3	124	15,7
		Máx.	62,2	159	28,7
	Mujer	Media	37,6	140,9	18,9
		Mínimo	26,7	134	14,1
		Máx.	52,4	151,4	27,1
11	Varón	Media	46,1	151,2	20
		Mínimo	24,8	133	14
		Máx.	82,4	170	34,3
	Mujer	Media	45,2	151,3	19,6
		Mínimo	27,1	132	13,2
		Máx.	73,7	170	33,2

Unidades de medida. Peso= kilogramos; Talla= centímetros; IMC= kilogramos/m².

normopeso, frente al 40,8% que se encuadrarían dentro del sobrepeso y obesidad.

Si nos centramos en el sexo, podemos observar agrupamientos similares, situándose el 57,1% de los niños en la categoría de normopeso frente al 60,8% de las niñas.

El análisis de varianza (ANOVA) aplicado, señala una relación significativa entre el nivel de condición física y el estatus corporal. Tanto en varones como en mujeres, los niveles más altos de condición física se relacionan con valores significativamente más bajos en los registros del IMC (Tabla IV).

Discusión

En la presente investigación se ha evaluado el nivel de condición física y el estatus corporal en escolares de 8 a 11 años.

Los resultados descriptivos relativos al nivel de condición física muestran que los varones obtienen medias superiores que las mujeres en todas las pruebas físicas.

En diversos estudios con escolares y jóvenes españoles, se obtienen resultados superiores en los varones en las pruebas de capacidad aeróbica y observándose una tendencia estadísticamente significativa en la prueba de velocidad y agilidad¹³⁻¹⁵. En otro estudio con jóvenes españoles, se encontraron relaciones similares¹⁵.

En lo referente al estatus de peso corporal, se observa cómo un 60% de la muestra se encuentra en los valores de peso normal, mientras que un 28% se encuentran clasificados en valores relativos a sobrepeso, siendo un 12% los encuadrados en obesidad. En un estudio sobre la relación entre el fitness físico y el estatus corporal con 709 niños griegos, se establece que el 60% de la muestra estaba ubicada en normopeso,

el 25% en sobrepeso y el 15 % en obesidad. A su vez, las categorías más altas del IMC fueron fuertemente asociadas a niveles inferiores en los test de la batería EUROFIT, excepto en el de flexibilidad²⁷.

En otro estudio con 255 niños portugueses en edades comprendidas entre los 8 y los 10 años, se analizó la relación entre el fitness cardiorespiratorio y la obesidad atendiendo a los valores arrojados por el IMC, situándose el 30% de la muestra en valores de sobrepeso mientras que el 13% en obesidad²⁸. Resultados parecidos se encontraron en escolares colombianos que el 18% de una muestra de 655 jóvenes de entre 7 y 18 años, se encontraban en situación de sobrepeso en función de su IMC²⁹. En nuestro estudio un 38% de los escolares en el último tramo de edad analizado, presentan sobrepeso u obesidad, siendo el mayor porcentaje del tramo de 8 a 11 años que analizamos.

En España, según el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad (2013), la prevalencia de obesidad infantil en sujetos de 2 a 17 años se mantiene relativamente estable desde 1987. Un 27,8% de esta población padece obesidad o sobrepeso; uno de cada 10 niños tiene obesidad y dos sobrepeso. En nuestro estudio, un 40,7% de escolares se encuentran en situación de sobrepeso u obesidad, siendo estos resultados superiores a lo expuesto a nivel nacional. Esto puede ser debido al tramo de edad analizado y al origen de la muestra seleccionada para el estudio ya que fueron escolares del sureste español. En la misma línea, en una muestra de escolares de 8 a 12 años del sur de España, se encontró una prevalencia del 46,92% de sujetos con sobrepeso u obesidad³⁰.

Teniendo en cuenta los resultados de este estudio y siguiendo la literatura científica actual se pone de

Tabla III
Parámetros descriptivos de las variables de condición física según sexo y edad

Edad		Test de 20 metros de ida y vuelta	Carrera 4x10 m	Dinamometría manual	Salto longitudinal	
8	Varón	Media	2,5	13,9	18,9	92
		Mínimo	1	12,3	8	67
		Máximo	6,6	16,7	31,5	123
	Mujer	Media	2,4	14,5	15,1	89,5
		Mínimo	1	12,9	6,6	54
		Máximo	4,3	18,4	28,8	127
9	Varón	Media	2,7	13,6	15,6	96,8
		Mínimo	1,9	12	11	67
		Máximo	5,6	14,6	21,5	120
	Mujer	Media	2,5	13,9	13,4	94,6
		Mínimo	1,4	12,7	9	60
		Máximo	5,4	15,6	21	140
10	Varón	Media	3,7	13,3	16,9	107,6
		Mínimo	1	12	9	80
		Máximo	6	15	25,4	142
	Mujer	Media	3,1	13,9	16,6	100,9
		Mínimo	1,7	12,7	12,5	82
		Máximo	5,2	15,4	21	122
11	Varón	Media	4,8	12,8	20,5	112,3
		Mínimo	0,7	11	13	65
		Máximo	8,9	18	30	144
	Mujer	Media	3,5	13,1	19,4	109,1
		Mínimo	1,3	10,5	11	64
		Máximo	7,7	15,87	30	185

Unidades de medida: test de 20 m de ida y vuelta = Paliers de 1 minuto; carrera 4x10 m = segundos; dinamometría manual = kilogramos; salto longitudinal= centímetros.

Tabla IV

Distribución del estatus de peso corporal basado en el IMC ajustado a su edad en la muestra estudiada según sexo

Edad	Estatus de peso	Sexo					
		Varones		Mujeres		Total	
		N	% del estatus de peso	N	% del estatus de peso	N	% del estatus de peso
8 años	Normo-peso	10	45,5	23	65,7	33	57,9
	Sobrepeso	10	45,5	8	22,9	18	31,6
	Obesidad	2	9,1	4	11,4	6	10,5
9 años	Normo-peso	8	57,1	11	44,0	19	48,7
	Sobrepeso	3	21,4	7	28,0	10	25,6
	Obesidad	3	21,4	7	28,0	10	25,6
10 años	Normo-peso	11	68,8	8	66,7	19	67,9
	Sobrepeso	3	18,8	2	16,7	5	17,9
	Obesidad	2	12,5	2	16,7	4	14,3
11 años	Normo-peso	23	59,0	34	64,2	57	62,0
	Sobrepeso	14	35,9	15	28,3	29	31,5
	Obesidad	2	5,1	4	7,5	6	6,5

manifiesto que la terapia actual sobre el sobrepeso y la obesidad en la infancia ha de tener como pilar fundamental la adopción de hábitos alimentarios saludables y la promoción del ejercicio físico. Se trata, por tanto, de una tarea de proyección en el tiempo en donde la toma de conciencia y el nivel de implicación de la familia constituyen aspectos cruciales para que los más jóvenes adopten estilos de vida saludables^{34,35}.

En cuanto a la relación entre los niveles globales de condición física y el estatus de peso corporal, los sujetos con un mayor nivel de condición física presentaban valores inferiores en el IMC. Es decir, aquellos escolares con un mayor nivel de condición física, presentaban una mayor tendencia a poseer un estado de peso saludable.

En un estudio llevado a cabo con 7000 escolares en el estado de Louisiana con el objetivo de establecer la relación entre el IMC y el nivel de fitness

medido a través de los test del Fitnessgram (capacidad aeróbica, fuerza, resistencia y flexibilidad), los resultados mostraron que los participantes con IMC saludable mostraron los niveles más altos de fitness físico. Las diferencias entre los niveles de fitness de niños obesos y saludables fueron estadísticamente significativas¹¹. Resultados similares señalan una relación transversal e inversa entre el fitness físico y tener sobrepeso en niños americanos escolarizados de entre 5 y 14 años. Aquellos sujetos que tenían un IMC por encima del percentil ochenta superaban menos test físicos de la batería Amateur Athletic Union and Fitnessgram⁹.

En la misma línea, diversos estudios muestran la relación significativa entre aquellos sujetos que tenían un nivel de fitness superior y aquellos con un menor de IMC¹⁰⁻¹²⁻¹³.

En uno de los escasos estudios llevados a cabo en laboratorio con escolares, se relacionó el fitness car-

Tabla V

Relación entre el nivel de condición física relacionado con la salud y el IMC

	IMC				
	Media de la escala	Diferencias post-hoc		p-valor	
Condición física	Baja	20.6	Baja-Moderada Baja-Alta	1,196 2,394	,005 ,001
	Moderada	19.4	Moderada-Baja Moderada-Alta	-1,196 1,198	,005 ,045
	Alta	18.2	Alta-Baja Alta-Moderada	-2,394 -1,198	,001 ,045

diorespiratorio con el IMC, hallando en una muestra de 38 niños estonios de entre 10 y 11 años, que aquellos que tenían sobrepeso tenían un fitness cardiorespiratorio, medido a través del pico máximo de VO₂, más reducido¹⁴.

Por lo tanto, los resultados del presente estudio sugieren que los escolares que poseen niveles superiores de condición física presentan una mayor tendencia a un estatus de peso corporal dentro de parámetros normales.

En el estudio EDUFIT se señala que doblando las sesiones de Educación Física semanal en un periodo de 16 semanas de intervención ya se conseguían mejoras a nivel de condición física, lo cual podría derivar en un adecuado estatus de peso corporal³¹.

El presente estudio posee ciertas limitaciones. En primer lugar, se ha evaluado la condición física con unas pruebas extraídas de una batería de campo que no aporta la misma precisión que las medidas realizadas en laboratorio. Sin embargo, dicha batería ha sido validada internacionalmente y ya se ha empleado con resultados fiables en distintos estudios. Por otro lado se ha evaluado el estatus corporal mediante el IMC, debido a la escasa disponibilidad de tiempo en los centros docentes para poder llevar a cabo otras mediciones adicionales. No obstante, algunos autores señalan el IMC como el predictor antropométrico más significativo del estado de condición física³². Por otro lado, se ha añadido a los test de condición física un test de agilidad, que nos ha proporcionado una estimación más completa de la misma.

Se precisan programas de fomento de la actividad físico-deportiva con el fin de mejorar la condición física y con ello el estatus corporal de los jóvenes. Incrementar las horas de Educación Física escolar así como llevar a cabo programas educativos centrados en la nutrición pueden ser medidas eficientes para mejorar el estado de salud general.

En la actualidad, un tratamiento satisfactorio de la obesidad infantil aún no ha sido encontrado. Si bien los expertos recomiendan una intervención que combine ejercicio físico, nutrición, educación y terapia conductual, la adherencia a la práctica de actividad física y el factor tiempo parece fundamental. Estudios nacionales e internacionales coinciden en la baja adherencia de los escolares a programas de tratamiento de la obesidad instalados en el sistema de salud donde casi un tercio deserta después de la primera visita, menos del 20% completa un año de tratamiento y menos del 10% asiste los 2 años de la intervención 67,68.

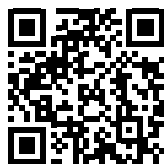
Agradecimientos

Al conjunto de docentes de Educación Primaria de los centros educativos en los que se midieron las diferentes variables de nuestro estudio que, con su colaboración, permitieron la realización de la presente investigación.

Referencias

1. Ruiz JR, Castro-Pinero J, Artero EG, Ortega FB, Sjostrom M, Suni J, Castillo MJ. Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. *Br J Sports Med* 2009; 43(12): 909-923.
2. LaMonte MJ, Barlow CE, Jurca R, Kampert JB, Church TS, Blair SN. Cardiorespiratory fitness is inversely associated with the incidence of metabolic syndrome: a prospective study of men and women. *Circulation* 2005; 112: 505-12.
3. Carnethon MR, Gidding SS, Nehme R, Sidney S, Jacobs DR Jr, Liu K. Cardiorespiratory fitness in young adulthood and the development of cardiovascular disease risk factors. *JAMA* 2003; 290: 3092-100.
4. Balady GJ. Survival of the fittest—more evidence. *N Engl J Med* 2002; 346 (11): 852-4.
5. Castillo MJ, Ortega FB, Ruiz J. Mejora de la forma física como terapia antienviejamiento. *Medicina Clínica* 2005; 124: 146-155.
6. Gulati M, Pandey DK, Arnsdorf MF, Lauderdale DS, Thisted RA, Wicklund RH, et al. Exercise capacity and the risk of death in women: the St James Women Take Heart Project. *Circulation* 2003; 108 (13): 1554-9.
7. Laukkanen JA, Lakka TA, Rauramaa R, Kuhanen R, Venalainen JM, Salonen R, et al. Cardiovascular fitness as a predictor of mortality in men. *Arch Intern Med* 2001; 161(6): 825-31.
8. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Moreno LA, González-Gross M, Warnberg J, et al. Low level of physical fitness in Spanish adolescents. Relevance for future cardiovascular health (AVE-NA study). *Rev Esp Cardiol* 2005; 58: 898-909.
9. Kim J, Must A, Fitzmaurice GM, Gillman MW, Chomitz V, Kramer E, McGowan R, Peterson KE. Relationship of physical fitness to prevalence and incidence of overweight among schoolchildren. *Obes Res* 2005; 13(7): 1246-54.
10. Mota J, Ribeiro JC, Carvalho J, Santos MP, Martins J. Cardiorespiratory fitness status and body mass index change over time: a 2-year longitudinal study in elementary school children. *Int J Pediatr Obes* 2009; 4(4): 338-42.
11. Joshi P, Bryan C, Howat H. Relationship of body mass index and fitness levels among schoolchildren. *J Strength Cond Res* 2012; 26 (4): 1006-14.
12. Coelho-E-Silva MJ, Vaz Ronque ER, Cyrino ES, Fernandes RA, Valente-Dos-Santos J, Machado-Rodrigues A, Martins R, Figueiredo AJ, Santos R, Malina RM. Nutritional status, biological maturation and cardiorespiratory fitness in Azorean youth aged 11-15 years. *BMC Public Health* 2013; 13: 495.
13. Rush E, McLennan S, Obolonkin V, Vandal, AC, Hamlin M, Simmons D, Graham D. Project Energize: whole-region primary school nutrition and physical activity programme; evaluation of body size and fitness 5 years after the randomised controlled trial. *Br J Nutr* 2014; 111 (2): 363-371.
14. Utsal L, Tillmann V, Zilmer M, Mäestu J, Purge P, Saar M, Lätt E, Maasalu K, Jürimäe T, Jürimäe J. Negative correlation between serum IL-6 level and cardiorespiratory fitness in 10- to 11-year-old boys with increased BMI. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2013; 26 (5-6): 503-8.
15. García-Sánchez A, Burgueño-Mengibar R, López Blanco D, Ortega F. Condición física, adiposidad y autoconcepto en adolescentes. Estudio piloto. *Revista de Psicología del Deporte* 2013; 22 (2): 453-461.
16. Kozub FM. Motivation and Physical Activity in Adolescents With Visual Impairments: *Review: Rehabilitation and Education for Blindness and Visual Impairment* 2006; 37 (4): 149-160.
17. Han JC, Lawlor DA, Kimm SY. Childhood obesity. *The Lancet* 2010; 375 (9727): 1737-1748.
18. Klein D, De Toia D, Weber S, Wessely N, Koch B, Dordel S, Graf, C. Effects of a low threshold health promotion intervention on the BMI in pre-school children under consideration of parental participation. *E-SPEN, the European e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism* 2010; 5 (3): e125-e131.
19. De Bourdeaudhuij I, Maes L, De Henauw S, De Vriendt T, Moreno LA, Haerens L. Evaluation of a computer-tailored

- physical activity intervention in adolescents in six European countries: the Activ-O-Meter in the HELENA intervention study. *Journal of Adolescent Health*, 2010; 46 (5): 458-466.
20. Thomas S, Reading J, Shephard RJ. Revision of the physical-activity readiness questionnaire (PAR-Q). *Canadian Journal of Sport Sciences-Revue Canadienne Des Sciences Du Sport* 1992; 17 (4): 338-345.
 21. Ruiz JR, España Romero V, Castro Piñero J, Artero EG, Ortega FB, Cuenca García, M, et al. Batería ALPHA-Fitness: test de campo para la evaluación de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes. *Nutrición Hospitalaria* 2011; 26 (6): 1210-1214.
 22. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjostrom M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes (Lond)* 2008; 32 (1): 1-11.
 23. Amstrong LE, Whaley MH, Brubaker PH, Otto RM. *American College of Sport Medicine. Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (7 ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. 2005.
 24. Castro-Piñero J, Artero EG, España-Romero V, Ortega FB, Sjostrom M, Suni J, Ruiz JR. Criterion-related validity of field-based fitness tests in youth: a systematic review. *Br J Sports Med* 2010; 44 (13): 934-943.
 25. Cole TJ, Lobstein T. Extended international (IOTF) body mass index cut-offs for thinness, overweight and obesity. *Pediatr Obes* 2012; 7 (4): 284-294.
 26. Guillén F, Ramírez M. Relación entre el autoconcepto y la condición física en alumnos del Tercer Ciclo de Primaria. *Revista de Psicología del deporte* 2011; 20 (1): 45-59.
 27. Tokmakidis SP, Kasambalis A, Christodoulos AD. Fitness levels of Greek primary schoolchildren in relationship to overweight and obesity. *Eur J Pediatr* 2006; 165 (12): 867-74.
 28. Mota J, Flores L, Flores L, Ribeiro JC, Santos MP. Relationship of single measures of cardiorespiratory fitness and obesity in young schoolchildren. *Am J Hum Biol* 2006; 18 (3): 335-41.
 29. Tovar G, Poveda JG, Pinilla MI, Lobelo F. Relationship between overweight, physical activity and physical fitness in school-aged boys in Bogotá Colombia. *Arch Latinoam Nutr* 2008; 58 (3): 265-73.
 30. Hoyo M, Sañudo B. Composición corporal y actividad física como parámetros de salud en niños de una población rural de Sevilla. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte* 2007; 6 (3): 52-62.
 31. Ardoy DN, Fernández-Rodríguez JM, Ruiz JR, Chillón P, España-Romero V, Castillo MJ, Ortega FB. Improving physical fitness in adolescents through a school-based intervention: the EDUFIT study. *Rev Esp Cardiol* 2011; 64 (6): 484-91.
 32. Zenić N, Foretić N, Blazević M. Nonlinear relationships between anthropometric and physical fitness variables in untrained pubescent boys. *Coll Antropol* 2013; 37 (2): 153-9.
 33. Vázquez Fabián, Díaz Erik, Lera Lydia, Meza Jorge, Salas Isabel, Rojas Pamela et al. Impacto del ejercicio de fuerza muscular en la prevención secundaria de la obesidad infantil: intervención al interior del sistema escolar. *Nutr Hosp* [revista en la Internet]. 2013 Abr [citado 2014 Jul 24]; 28(2): 347-356.
 34. González Jiménez E, Aguilar Cordero MJ, García García CJ, García López PA, Álvarez Ferre, C. A. Padilla López CA y Ocede Hita E. Influencia del entorno familiar en el desarrollo del sobrepeso y la obesidad en una población de escolares de Granada (España) *Nutr Hosp* 2012;27(1):177-184 ISSN 0212-1611.
 35. M^a Loreto Tárraga Marcos, Nuria Rosich, Josefa María Panisello Royo, Aránzazu Gálvez Casas, Juan P. Serrano Selva, José Antonio Rodríguez-Montes, Pedro J. Tárraga López. Eficacia de las estrategias de motivación en el tratamiento del sobrepeso y obesidad. Vol. 30, núm. n04 (2014) (en prensa).



Original/Deporte y ejercicio

Efecto del *Phlebodium decumanum* y de la coenzima q10 sobre el rendimiento deportivo en jugadores profesionales de voleibol

Juan José García Verazaluce¹, María del Carmen Vargas Corzo², María José Aguilar Cordero³, Francisco Ocaña Peinado⁴, Álvaro Sarmiento Ramírez⁵ y Rafael Guisado Barrilao⁶

¹Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Dirección General de Deportes. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. ²Especialista en Medicina de la Educación Física y el Deporte. Hospital Universitario Virgen de las Nieves. Granada. España. ³Catedrática. Facultad de Ciencias de la Salud. Departamento de Enfermería. Universidad de Granada. España. ⁴Profesor Titular. Departamento de Estadística e Investigación Operativa. Universidad de Granada. España. ⁵Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Programa de Doctorado en Nutrición y Ciencias de los Alimentos. Departamentos de Fisiología y Bioquímica y Biología Molecular. Universidad de Granada. España. ⁶Catedrático. Facultad de Ciencias de la Salud. Departamento de Enfermería. Universidad de Granada. España.

Resumen

Introducción: Los programas de entrenamiento físico, se basan en provocar estados de fatiga transitoria para inducir supercompensaciones de los sistemas biológicos implicados en la actividad, con el objeto mejorar el rendimiento del deportista a medio-largo plazo. La administración de suplementos nutricionales con propiedades antioxidantes e inmunomoduladoras, como *Phlebodium decumanum* y Coenzima Q₁₀, constituyen medidas muy ventajosas para la recuperación de la inflamación y el daño tisular originados por el estrés del ejercicio intenso y mantenido.

Metodología: Se llevó a cabo un diseño experimental, longitudinal, a doble ciego, con tres grupos randomizados a partir de una muestra de 30 jugadores varones de voleibol (22-32 años) de la Universidad de Granada, con un nivel de entrenamiento alto (17 horas por semana en los 6 meses previos a la investigación). Se evaluaron los efectos de un programa de entrenamiento físico de un mes de duración, común a todos los grupos de estudio, asociado a la administración simultánea de suplementos nutricionales a base de *Phlebodium decumanum* (4 cápsulas de 400 mg/cáp. al día) el Grupo Experimental 1, *Phlebodium decumanum* (la misma dosis y posología que el grupo 1) más Coenzima Q₁₀ (4 cápsulas de 30 mg/cáp al día) el Grupo Experimental 2 y sustancia placebo, el Grupo Control. Las variables dependientes sanguíneas para valorar los efectos de dicha intervención sobre el perfil endocrinometabólico e inmunológico basales fueron: cortisol e interleuquina 6 relacionados ambos con el eje del estrés inducido por el ejercicio, y ácido láctico y amonio, vinculados esencialmente, al metabolismo energético anaeróbico.

Resultados: Todos los grupos del estudio manifestaron cambios adaptativos favorables sobre el perfil endocri-

EFFECT OF *PHLEBODIUM DECUMANUM* AND COENZYME Q10 ON SPORTS PERFORMANCE IN PROFESSIONAL VOLLEYBALL PLAYERS

Abstract

Introduction: Physical training programmes are based on provoking transitory states of fatigue in order to induce super compensation by the biological systems involved in the activity, in order to improve the athlete's medium-long term performance. The administration of nutritional supplements with antioxidant and immunomodulatory properties, such as *Phlebodium decumanum* and coenzyme Q10, can be a very advantageous means of achieving recovery from the inflammation and tissue damage caused by the stress of prolonged, intense exercise.

Methodology: An experimental, longitudinal, double-blind experiment was conducted, with three randomised groups obtained from a sample of 30 male volleyball players (aged 22-32 years) at the University of Granada, with a high level of training (17 hours a week during the 6 months preceding the study). The effects were then evaluated of a month-long physical training programme, common to all the study groups, associated with the simultaneous administration of the following nutritional supplements: *Phlebodium decumanum* (4 capsules of 400 mg/capsule, daily), Experimental Group 1; *Phlebodium decumanum* (same dose and schedule as Group 1) plus coenzyme Q10 (4 capsules of 30 mg/capsule, daily), Experimental Group 2; a placebo substance, Control Group. The following dependent blood variables were examined to assess the effects of the intervention on the basal immune and endocrine-metabolic profile: cortisol and interleukin-6, both related to the axis of exercise-induced stress; and lactic acid and ammonium, related essentially to the anaerobic metabolism of energy.

Results: All the study groups presented favourable adaptive changes with respect to the endocrine-metabolic

Correspondencia: Dra. María José Aguilar Cordero.
Departamento de Enfermería.
Facultad de Ciencias de la Salud.
Av/ Madrid s/n - CP: (18072).
Universidad de Granada.
E-mail: mariaaguilar@telefonica.net

Recibido: 2-X-2014.
Aceptado: 3-XI-2014.

no-metabólico e inmunológico, que se objetivaron a través de un descenso significativo basal postest de las concentraciones de cortisol, interleuquina 6, ácido láctico y amoníaco, respecto a los valores previos a la intervención actividad física ± suplementación nutricional protocolizada. Los grupos que mostraron un perfil más favorable, fueron los que recibieron suplementación nutricional frente a placebo, y de entre los primeros, los sujetos que tomaron doble suplementación con *Phlebodium decumanum* más Coenzima Q₁₀.

Conclusiones: La ingesta de *Phlebodium decumanum* y de Coenzima Q₁₀ durante 4 semanas, mostró efectos protectores sobre el perfil endocrino-metabólico e inmunológico basales, que atribuimos a las propiedades inmunomoduladoras y antioxidantes de ambas sustancias, lo que no sólo resulta altamente beneficioso para retrasar la fatiga y mejorar el rendimiento deportivo, sino también, para disminuir el riesgo de lesiones asociadas al ejercicio físico de alta intensidad.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:401-414)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8177

Palabras clave: *Phlebodium decumanum*. Ubiquinona.. Inmunomodulación. Voleibol. Actividad física.

Introducción

En la actualidad, disponemos de numerosas evidencias experimentales, que demuestran de manera consistente que el ejercicio controlado, planificado de manera adecuada según, intensidad, duración y frecuencia¹, y adaptado a las necesidades individuales de cada sujeto², debe ser integrado en un plan de hábitos saludables. Aunque no es siempre así en los deportistas de alto rendimiento, entrenando a niveles superiores de los recomendados.^{3,4}

Esta realidad, se hace especialmente ostensible en el ámbito del rendimiento deportivo, donde los objetivos de los programas de ejercicio, suelen diferir sensiblemente de los establecidos como parte de las estrategias promoción de la salud y prevención de la enfermedad, dirigidos habitualmente, a sectores amplios de la población.

En general, los programas de entrenamiento físico, se basan en provocar estados de fatiga transitoria con el objetivo de aumentar la capacidad regenerativa del organismo e inducir supercompensaciones de los sistemas biológicos implicados en la actividad, lo que en definitiva, permite mejorar el rendimiento del deportista a medio-largo plazo. Pero si el desequilibrio entre las fases de trabajo y de recuperación se prolonga en detrimento de la segunda, siendo el organismo incapaz de adaptarse apropiadamente a las cargas de trabajo físico impuestas, puede incurrirse en un estado de exceso de entrenamiento, con consecuencias negativas no sólo para el rendimiento físico, sino lo que es más importante, para la salud integral del sujeto.²

Las fronteras entre la fatiga adaptativa y la patológica no se encuentran bien definidas, en tanto que la sintomatología y las variables fisiológicas (hormona-

and immune profile, as reflected by a significant decrease in the post-test concentrations of cortisol, interleukin 6, lactic acid and ammonium, compared to the values recorded before the physical activity with/without nutritional supplement, per protocol. The groups that achieved the most favourable profile were those which had received nutritional supplementation, rather than the placebo, and among the former, those which had received the double-strength supplement with *Phlebodium decumanum* plus coenzyme Q10.

Conclusions: The intake of *Phlebodium decumanum* plus coenzyme Q10 for 4 weeks produced protective effects on the endocrine-metabolic and immune profile, which we attribute to the immunomodulatory and antioxidant properties of these substances, which are highly beneficial not only in terms of delaying fatigue and improving athletic performance, but also in reducing the risk of injuries associated with high intensity exercise.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:401-414)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8177

Keywords: *Phlebodium decumanum*. Ubiquinone. Immunomodulation. Volleyball. Physical activity.

les, inmunológicas, metabólicas, etc.), que suelen emplearse como control, se sitúan sobre un continuo, de modo que, los posibles estados resultantes: sobrecarga muscular-sobresolicitación-sobreentrenamiento podrían diferir sólo cuantitativamente y de forma mínima, llegando a solaparse con gran frecuencia⁵.

Los fenómenos de estrés oxidativo, daño muscular, inflamación y disfunción inmune, integran toda una relación de eventos que se generan como respuesta habitual al ejercicio físico de moderada-alta intensidad. Tanto en base a la magnitud de carga física, como a otros muchos condicionantes endógenos y exógenos, pueden activarse vías predominantemente fisiológicas, hipercompensadoras, dirigidas hacia la consecución de adaptaciones netamente beneficiosas para la salud e incluso el rendimiento físico. Por el contrario, también se puede provocar una cascada de cambios patológicos de carácter funcional, acompañados o no, de sustrato estructural⁶.

Este planteamiento general, es aplicable a todos y cada uno de los sistemas orgánicos implicados en la actividad física. Así pues, si nos centramos en el aspecto inmunológico y en los cambios transitorios y/o mantenidos relacionados con el ejercicio que experimentan sus componentes, debemos tener en cuenta que este sistema, no ejecuta sus acciones de manera aislada, sino que interactúa bidireccionalmente con circuitos neuroendocrinos, constituidos esencialmente por las hormonas del estrés (CRH, ACTH, β -Endorfinas, GH, catecolaminas y cortisol, esencialmente). Su función es básica, prepara al organismo para una reacción inmediata ante una situación adversa a la que debe responder en un momento dado, como es paradójicamente la propia actividad física. Para ello, moviliza las reservas energéticas oportunas y, en definitiva,

optimiza la capacidad del individuo para afrontar las necesidades de esa situación crítica, además de actuar sobre el metabolismo energético, y modular el número y la actividad de los leucocitos circulantes⁷.

El sistema inmune interviene por su parte, en la respuesta de estrés originada por el ejercicio, y lo hace tanto a través de mediadores proinflamatorios producidos por macrófagos residentes en los tejidos (fundamentalmente muscular), y por linfocitos T, como a través de moléculas con propiedades antiinflamatorias que participan en el control y finalización de las respuestas inflamatorias desencadenadas. Algunos de estos mediadores inmunes, como la interleuquina 6 (IL-6) y otras citoquinas, además de ejercer acciones locales en los tejidos dañados, cuando se producen en cantidades elevadas, lo que suele suceder en ejercicios muy intensos, ya sea realizados de manera ocasional, o como resultado de la sucesión de cargas reiteradas de los mismos, sin un periodo adecuado de recuperación entre estímulos. También pueden amplificar la señal a nivel sistémico con consecuencias negativas a muy diversos niveles, generando lo que se denomina, la respuesta de fase aguda al daño tisular, y participando asimismo, en la estimulación del sistema neuro-endocrino por vías paralelas al eje hipotálamo-hipófiso-adrenal. Unas reacciones que en ocasiones, pueden llegar a ser verdaderamente desproporcionadas y lesivas^{8,9,10}.

Las manifestaciones clínicas de estos procesos que habitualmente se sitúan en un límite difuso entre lo fisiológico y lo patológico, pueden ser muy variadas: astenia, fatiga precoz, e incluso, si se mantienen en el tiempo pueden llegar a promover estados de inmunodepresión que aumentarían la predisposición a padecer infecciones. También pueden ampliar los daños titulares locales con respuestas exaltadas de predominio proinflamatorio, prooxidante e hipercatabólicas, entre otras.

De todo ello, se desprende la importancia que posee el empleo de medidas ergogénicas y/o terapéuticas, como sucede con las sustancias inmunomoduladoras y antioxidantes, en la recuperación de la inflamación y daño tisular originado por el estrés del ejercicio intenso y mantenido^{7,11}.

Numerosas evidencias científicas, constatan que el entrenamiento físico es el proceso natural por excelencia capaz de reforzar de manera óptima, a medio-largo plazo, los propios mecanismos defensivos biológicos. Disminuyendo los procesos oxidativos, inflamatorios e inmunológicos que sustentan la base etiopatogénica de muchas enfermedades. Aunque la realidad, es que puede resultar altamente complejo lograr las máximas ventajas sobre estos sistemas protectores, única y exclusivamente a partir de los cambios adaptativos derivados del entrenamiento¹².

En este sentido, son cuantiosos los trabajos que han podido demostrar que, la administración exógena de suplementos dietéticos con propiedades antioxidantes, inmunomoduladoras y antiinflamatorias, constituyen medidas altamente ventajosas en la recuperación de la

inflamación y el daño tisular originado por el estrés del ejercicio intenso y mantenido. Contribuyendo, a la optimización del funcionalismo de todos estos sistemas biológicos, tanto en la respuesta al ejercicio físico, atenuando las reacciones producidas a corto plazo, como de manera mantenida, es decir, como parte de un fenómeno adaptativo^{13,14}.

Un inmunomodulador, ha sido definido como una sustancia que altera la respuesta inmunitaria, aumentando o disminuyendo la capacidad del sistema inmunológico para producir anticuerpos séricos específicos o células sensibilizadas que reconocen y reaccionan con los antígenos que inician su producción. Algunas de estas sustancias son de origen natural, mientras que otras, son de origen farmacológico¹⁵. Sustancias como el *Phlebodium decumanum* (PHL) y la Coenzima Q₁₀ son considerados como inmunomoduladores, ayudando en la prevención y/o recuperación de las alteraciones del sistema inmune provocadas por el ejercicio físico intenso y/o prolongado^{13,16}.

Phlebodium decumanum (PHL), es un tipo de helecho cuyas plantaciones más importantes se encuentran en Centroamérica. Su formulación es obtenida a partir de una fracción hidrosoluble de fronde¹⁷ EXPLY-37 purificada y estandarizada mediante extracción hidroalcohólica, según el procedimiento descrito en la patente US 6.228.366 propiedad de HELSINT (Patente de invención), sometido a ligeras modificaciones. Sus efectos beneficiosos sobre el rendimiento deportivo, la prevención del daño oxidativo, la inflamación y la disfunción inmune ligados al sobreesfuerzo físico, han sido demostrados en diversas investigaciones, habiéndose llevado a cabo en su mayoría, con grupos de deportistas de medio-alto nivel competitivo^{13,16,18}.

La coenzima Q₁₀ (Co Q), también conocida como ubiquinona o ubidecarenona, es una benzoquinona liposoluble presente en la mayoría de las células eucarióticas. Aunque se encuentra en las membranas de muchos orgánulos celulares como son el retículo endoplasmático, los peroxisomas, y los lisosomas, la mayor concentración se localiza en las membranas mitocondriales, donde participa como transportador móvil en la cadena de transporte de electrones, transfiriéndolos desde los complejos tipo deshidrogenasa al complejo III, y por lo tanto, interviniendo en la producción de ATP, la molécula de energía básica de las células durante la respiración celular aeróbica¹². Su potente papel antioxidante, y por lo tanto, protector celular del ataque de los radicales libres, también ha quedado demostrado en circunstancias en las que se produce un estrés oxidativo, como sucede durante la práctica del ejercicio prolongado y/o de alta intensidad¹⁹.

Objetivos

El objetivo de este estudio es demostrar que la aplicación de un programa de ejercicio físico asociado a la toma de *Phlebodium decumanum* (PHL) con o sin

Coenzima Q10 (Co Q), sustancias con efectos antioxidantes e inmunomoduladores experimentalmente demostrados, contribuyen a mejorar a medio plazo el perfil endocrino-metabólico e inmunológico basales de los jugadores de voleibol profesionales, con amplias consecuencias positivas, como son el retraso en la aparición de fatiga muscular y la disminución del riesgo de lesión.

Material y métodos

El estudio se realizó utilizando un diseño experimental, longitudinal, a doble ciego, multigrupo, con tres grupos randomizados, en los que se evaluaron los efectos de un programa de entrenamiento físico asociado a la administración simultánea de suplementos nutricionales a base de Coenzima Q₁₀ y/o *Phlebodium decumanum* frente a sustancia placebo, sobre parámetros analíticos del metabolismo energético e indicadores sanguíneos endocrino-inmunológicos integrados en el eje del estrés inducido por el ejercicio físico.

El grupo de estudio quedó conformado por 30 sujetos, jugadores de voleibol de la Universidad de Granada, que reunieron todos los siguientes criterios para quedar incluidos como participantes en esta investigación: ser varón, de edad comprendida entre 22 y 32 años, y jugador de voleibol con un nivel de entrenamiento alto (al menos 17 horas por semana de entrenamiento en los últimos 6 meses previos a este trabajo).

Todos los sujetos dieron su consentimiento informado escrito previo, para formar parte del estudio, haciendo constar también, la posibilidad de revocación del mismo en cualquier momento del proceso. Los individuos, fueron sometidos a una anamnesis clínica y a un examen médico antes de dar comienzo a la investigación, con el objetivo de descartar la presencia de patologías agudas o crónicas que alguna forma, pudiesen contraindicar su participación en la misma. Entre los criterios de exclusión se consideraron asimismo, el consumo durante el mes previo al estudio, de tóxicos, fármacos u otros complementos nutricionales, por las posibilidades de que estos pudiesen interferir en la ci-

nética de los parámetros metabólicos e inmunológicos evaluados en el estudio.

La muestra final de sujetos quedó dividida de manera aleatoria, en tres grupos de diez sujetos cada uno. En la Tabla I, se muestran las características etarias y antropométricas generales de los participantes, analizadas por grupos. Todos los individuos completaron idéntico programa de acondicionamiento físico y durante el mismo periodo. Las variables independientes con las que se trabajó fueron: consumo de *Phlebodium decumanum*, consumo de *Phlebodium decumanum* más Coenzima Q₁₀, y consumo de placebo, según el grupo al que pertenecía cada sujeto y que se especifica a continuación:

El grupo control (GC) realizó el programa de entrenamiento y sólo tomó placebo, el grupo experimental 1 (GE1) llevó a cabo el programa de entrenamiento y recibió suplementos orales de *Phlebodium decumanum* según el protocolo de trabajo que se expone posteriormente, y el grupo experimental 2 (GE2) además de completar el programa físico de entrenamiento como el resto de los grupos, tomó *Phlebodium Decumanum* y Coenzima Q₁₀ conjuntamente. Durante el periodo de estudio se proscribió a los participantes la ingesta simultánea de cualquier otro suplemento dietético o fármaco que pudiera interferir en las variables analíticas cuantificadas.

El programa de entrenamiento físico, común a todos los grupos, se llevó a cabo en las Instalaciones Deportivas del Campus Universitario de Fuentenueva de Granada, tuvo una duración total de cuatro semanas, y se planificó como sesiones de 3 horas de duración al día, realizadas con una frecuencia de 5 días a la semana con competición 1 día del fin de semana. Dicho programa, incluyó ejercicios técnicos propios del voleibol con una intensidad; realizándose 3 series de 10 repeticiones de cada fundamento técnico de este deporte (voleo, remate, golpe bajo, saque y bloqueo) de 5 minutos de tiempo efectivo con 1 minuto de descanso entre series. Se utilizó una variante en los ejercicios técnicos que consistió en trabajo individual y grupal, incluyendo en ambos casos desplazamientos, con balón y sin balón.

Tabla I
Características generales de la muestra. Estadística descriptiva

Grupos	N	Edad		Peso		Altura	
		Media (años)	DS	Media (kg)	DS	Media (m)	DS
GC (AF)	10	26,6	2,37	84,2	4,98	1,88	0,07
GE1 (AF+PHL)	10	25,5	2,55	88,2	5,09	1,9	0,08
GE2 (AF+PHL+CoQ)	10	25,2	2,15	89,2	4,08	1,91	0,06

Número de sujetos de cada grupo (N), edad media en años, peso medio en kilogramos (Kg) y altura media en metros (m), y las correspondientes desviaciones estándar (DS) para cada variable, analizada por grupos: control (GC) que realizó actividad física (AF) con placebo, experimental 1 (GE1) que además del programa de ejercicio tomó *Phlebodium decumanum* (PHL), experimental 2 (GE2) que realizó AF, y tomó PHL más Coenzima Q₁₀ (CoQ).

El aporte de *Phlebodium decumanum*, para los grupos GE1 y GE2, consistió en un preparado en forma de cápsulas de 400 mg. conteniendo 250 mg. de extracto de fracción hidrosoluble de este helecho, y 150 mg. de polvo de rizoma. El extracto de PLH se obtuvo siguiendo el procedimiento descrito en la patente de invención española, empleo de formulaciones a base de fracciones hidrosolubles de *Phlebodium decumanum* (EXPLY-37®) y/o *Polypodium leucotomos* como complemento nutricional en la prevención y reversión del síndrome de sobre esfuerzo físico²⁰. La posología fue de 1.6 gs. diarios del producto (4 cápsulas diarias), con una distribución de 2 cápsulas antes del desayuno y 2 cápsulas por la tarde.

La primera toma fue al día siguiente del pre-test (tras analítica), con la ingesta matutina; y la última, el día del post-test, al final del tratamiento a media tarde, completando un total de 4 semanas.

La suplementación suministrada de Coenzima Q₁₀, para el grupo GE2, fue de 4 cápsulas diarias, conteniendo 30 mg cada una, distribuidas en desayuno y merienda, coincidiendo con el horario de administración de PHL e igualmente, comenzando al día siguiente de la toma de muestras pretest, con una duración total de 1 mes.

El grupo control, tomó 4 cápsulas de placebo por la mañana y 4 por la tarde, y en el grupo GE1, se adicionó a la toma de las cápsulas de PHL, 2 cápsulas más de placebo por la mañana y otras 2 por la tarde, con el objetivo de que todos los sujetos tomaran el mismo número de cápsulas diarias (un total de 8 en 24 horas con idéntica posología), de acuerdo con la condición de doble ciego del estudio.

Se llevó a cabo una determinación de los parámetros bioquímicos hematológicos referidos en las variables dependientes que se especifican a continuación, tanto antes como después del programa de intervención de entrenamiento físico en cada uno de los grupos. La toma de muestras biológicas se realizó en condiciones basales, a la misma hora de la mañana, tras un periodo aproximado de 36 horas de descanso físico y 12 horas de ayuno, con el objetivo de homogeneizar las condiciones de recogida de las mismas, evitando así, los posibles sesgos derivados de los ritmos circadianos de dichas moléculas en el organismo, la modificación aguda de sus concentraciones por la actividad física inmediata, y/o la probabilidad de variación dichos niveles o interacción analítica con ciertos grupos de alimentos.

Los parámetros bioquímicos cuantificados en sangre venosa, incluidos entre las variables dependientes fueron:

- Niveles hemáticos periféricos de la hormona cortisol.
- Niveles hemáticos periféricos de la citoquina proinflamatoria interleukina 6 (IL-6).
- Niveles hemáticos periféricos de ácido láctico (lactato)

- Niveles hemáticos periféricos de ion amonio (NH₄⁺).

Entre las variables de control se incluyeron:

- Control de dieta, cualitativo y cuantitativo.
- Control de horas de preparación física.
- Control de horas de táctica.
- Control de otra práctica físico-deportiva.
- Control del tiempo de descanso.
- Control de constantes hemodinámicas basales (frecuencia cardíaca, presión arterial) y percepción subjetiva de esfuerzo durante las sesiones de entrenamiento.
- Padecer alguna enfermedad o lesión durante el tratamiento que sin impedir la continuación en el estudio si pueda afectarlo.
- Tratamiento farmacológico a consecuencia o no de la circunstancia anterior.
- Condiciones iguales al inicio y al final del entrenamiento para todos los sujetos.
- Cumplimiento del tratamiento de cada sujeto: toma del suplemento y realización del programa de entrenamiento.

Las determinaciones analíticas de las variables dependientes incluidas en el protocolo de trabajo, fueron llevadas a cabo mediante procedimientos específicos del laboratorio *BC Balague Center*, utilizando métodos enzimáticos para la cuantificación de lactato plasmático, de quimioluminiscencia para el cortisol, de enzimo-inmunoanálisis para la IL-6, y de espectrofotometría para el parámetro amonio.

En cuanto al tratamiento estadístico de los datos, se utilizó el programa informático *SPSS* (v.20.0, *Statistical Package for the Social Sciences, Chicago, IL*). Para la estadística descriptiva se hallaron los valores promedio, desviación típica, mínimos y máximos para cada una de las variables dependientes, determinándose por grupos (GC, GE1 y GE2) y periodos (antes y después de la intervención de acondicionamiento físico y nutricional).

Antes de aplicar las correspondientes pruebas de estadística inferencial, se empleó el test de *Shapiro-Wilk* para conocer el carácter normal o no de cada una de las variables, y ante sus resultados indicativos de falta de distribución normal, se aplicaron procedimientos de inferencia estadística no paramétricos.

El posible cambio entre los valores analíticos obtenidos antes y después de la intervención para cada una de las variables analizadas por grupos experimentales, se evaluó mediante el test de *Wilcoxon* para muestras apareadas. La valoración de las diferencias esperadas entre los grupos tras el programa de entrenamiento con o sin suplementación nutricional, se llevó a cabo analizando el porcentaje de cambio intrasujeto para cada una de las variables, y aplicando posteriormente el test de *Kruskal-Wallis*. Tras conocer mediante el mismo, la existencia de diferencias significativas de estas modi-

ficaciones porcentuales pretest-postest intergrupos, se compararon las variables dos a dos entre grupos experimentales mediante el test de *Mann-Whitney*. Se asumieron diferencias estadísticamente significativas para un error $\alpha < 0.05$ en todos los test aplicados.

Resultados

En la Tabla IIa se exponen los datos de estadística descriptiva correspondientes a las variables sanguíneas analizadas (media, desviación típica, mínimo y máximo). La Tabla IIb, refleja el porcentaje de disminución de los parámetros cortisol, IL-6, ácido láctico y amonio en el periodo posterior a la intervención respecto al previo. En ella se observa que los niveles de cortisol, IL-6, ácido láctico y amonio mostraron unos valores medios postest más bajos respecto a los niveles pretest, para todos los grupos del estudio.

Puesto que test de *Shapiro-Wilk* indicó ausencia de normalidad para todas las variables dependientes incluidas en el protocolo de trabajo, se aplicaron procedimientos de inferencia no paramétrica, para los análisis estadísticos de contraste.

Tal y como muestra la Tabla III, la evaluación de las diferencias intragrupo pretest – postest realizada a

través del test de *Wilcoxon* para datos apareados, puso de manifiesto que los descensos observados en todas las variables analíticas dependientes, tras la intervención, respecto a la situación inicial, eran estadísticamente significativos ($p < 0,05$) para los tres grupos, lo que indica que el programa de entrenamiento aplicado, asociado o no a la toma de suplementos orales, indujo disminuciones basales de los niveles de cortisol, IL-6, ácido láctico y amonio.

El contraste intergrupos del porcentaje de disminución de las parámetros sanguíneos, llevado a cabo a través del test de *Kruskal-Wallis*, ha mostrado desigualdades estadísticamente significativas entre los grupos: GC, GE1 y GE2 (Tabla IV). Por lo tanto, tras conocer la existencia de estas diferencias en los descensos porcentuales de las concentraciones de cortisol, IL-6, ácido láctico y amonio entre grupos experimentales, se ha procedido a comparar las cuatro variables intergrupos dos a dos, mediante el test de *Mann-Whitney* (Tabla V) con el objetivo de identificar entre qué grupos eran significativas dichas diferencias, y para qué variables.

Como se evidencia en la Figura 1, los contrastes entre el GC, que realizó el programa de entrenamiento físico y tomó placebo, y el GE1, que además del programa de ejercicio recibió la suplementación oral de

Tabla IIa
Concentraciones sanguíneas de parámetros endocrino-inmunológicos y metabólicos antes y después de la intervención actividad física más nutricional vs placebo. Estadística descriptiva

Grupos	Parámetros estadística descriptiva	Cortisol ($\mu\text{g/ml}$) pretest	Cortisol ($\mu\text{g/ml}$) posttest	IL-6 (pg/ml) pretest	IL-6 (pg/ml) posttest	Ac. láctico (mg/dl) pretest	Ac. láctico (mg/dl) posttest	Amonio (g/l) pretest	Amonio (g/l) posttest
GC (AF)	N	10	10	10	10	10	10	10	10
	Media	17,97	16,46	4,67	3,91	17,36	13,99	0,86	0,73
	Desviación típica	1,82	2,32	1,04	0,66	2,45	2,99	0,19	0,17
	Mínimo	15,4	13,7	3,48	2,52	13,7	9	0,45	0,44
	Máximo	22,1	21,8	6,17	4,85	20,1	17,4	1,02	0,91
GE1 (AF+PHL)	N	10	10	10	10	10	10	10	10
	Media	13,22	9,77	7,38	5,66	13,21	8,84	0,94	0,53
	Desviación típica	2,04	3,72	2,40	0,16	2,22	2,20	0,67	0,32
	Mínimo	9,85	4,94	5,72	4,87	9,5	6,05	0,08	0,04
	Máximo	16,5	14,25	13,55	6,4	16,8	11,8	2,1	0,98
GE2 (AF+PHL+CoQ)	N	10	10	10	10	10	10	10	10
	Media	19,98	14,74	6,41	4,16	16,36	5,98	3,14	1,70
	Desviación típica	1,95	1,25	0,68	0,59	4,73	1,64	1,63	0,68
	Mínimo	17	12,5	5,55	3,5	10,1	4,05	1,15	0,88
	Máximo	22,6	16,2	7,75	5,21	23,71	8,68	5,96	2,63

Número de muestras (N) por grupo, valores medios, desviación típica, mínimo y máximo de las variables sanguíneas: Cortisol expresado en microgramos por mililitro ($\mu\text{g/ml}$), interleuquina 6 (IL-6) en picogramos por mililitro (pg/ml), ácido láctico en miligramos por decilitro (mg/dl) y amonio en gramos por litro (g/l). Se han reflejado los valores previos y posteriores a la intervención realizada a través del programa de entrenamiento y nutricional vs placebo, según grupos: control (GC) que realizó actividad física (AF) y tomó placebo, experimental 1 (GE1) que además de AF tomó *Phlebotidium Decumanun* (PHL), experimental 2 (GE2) que realizó AF, y tomó PHL más Coenzima Q₁₀ (CoQ).

Tabla IIb

Descensos porcentuales de las concentraciones de parámetros endocrino-inmunológicos y metabólicos antes y después de la intervención actividad física más nutricional vs placebo. Estadística descriptiva

Grupos	Parámetros estadística descriptiva	% disminución cortisol	% disminución IL-6	% disminución Ac. láctico	% disminución Amonio
GC (AF)	N	10	10	10	10
	Media	15,03	13,69	19,17	28,86
	Desviación típica	8,78	19,86	14,92	21,64
	Mínimo	1,36	-15,93	4,29	2,22
	Máximo	27,55	33,52	47,76	56,59
GE1 (AF+PHL)	N	10	10	10	10
	Media	27,71	18,59	33,04	35,39
	Desviación típica	21,95	17,04	12,74	23,80
	Mínimo	4,09	5,6	12,1	11,76
	Máximo	52,03	58,6	51,89	70,21
GE2 (AF+PHL+CoQ)	N	10	10	10	10
	Media	25,99	34,76	62,29	41,71
	Desviación típica	5,11	9,16	9,28	15,18
	Mínimo	16,85	19,55	45,05	23,48
	Máximo	31,13	45,59	73,72	61,54

Número de muestras (N) por grupo, valores medios, desviación típica, mínimo y máximo de los descensos porcentuales de cortisol, interleuquina 6 (IL-6), ácido láctico y amonio, según grupos: control (GC) que realizó actividad física (AF) y tomó placebo, experimental 1 (GE1) que además de AF tomó Phlebodium Decumanun (PHL), experimental 2 (GE2) que realizó AF, y tomó PHL más Coenzima Q₁₀ (CoQ).

Tabla III

Estadística de contraste para detectar intragrupos en los descensos porcentuales de cortisol, interleuquina 6 (IL-6), ácido láctico y amonio, tras intervención actividad física más nutricional vs placebo

Grupo experimental	Función estadística	Cortisol post-pre	IL-6 post-pre	Ac. láctico post-pre	Amonio post-pre
GC (AF)	Z	-2,805 (a)	-1,886 (a)	-2,803 (a)	-2,805 (a)
	Signific. Asintótica (2-colas)	0,005 (*)	0,059 (*)	0,005 (*)	0,005 (*)
GE1 (AF+PHL)	Z	-2,504 (a)	-2,809 (a)	-2,803 (a)	-2,809 (a)
	Signific. Asintótica (2-colas)	0,012 (*)	0,005 (*)	0,005 (*)	0,005 (*)
GE2 (AF+PHL+CoQ)	Z	-2,807 (a)	-2,805 (a)	-2,803 (a)	-2,803 (a)
	Signific. Asintótica (2-colas)	0,005 (*)	0,005 (*)	0,005 (*)	0,005 (*)

(*) diferencias significativas para $p < 0,05$ aplicando test de Wilcoxon para datos apareados. (a) basado en test de rangos positivos. Los datos han sido analizados por grupos: control (GC) que realizó actividad física (AF) y tomó placebo, experimental 1 (GE1) que además de AF tomó Phlebodium Decumanun (PHL), experimental 2 (GE2) que realizó AF, y tomó PHL más Coenzima Q₁₀ (CoQ).

Tabla IV

Estadística de contraste para detectar diferencias intragrupos en los descensos porcentuales de cortisol, interleuquina 6 (IL-6), ácido láctico y amonio, producidos tras intervención nutricional vs placebo

	% disminución cortisol	% disminución IL-6	% disminución Ac. láctico	% disminución Amonio
Chi-cuadrada	11,228	9,494	19,582	12,707
Grados de libertad	2	2	2	2
Signific. Asintótica	0,004 (*)	0,009 (*)	0,000 (*)	0,002 (*)

(*) diferencias estadísticamente significativas para $p < 0,05$ aplicando test de Kruskal Wallis.

Tabla V

Estadística de contraste para detectar diferencias intragrupos en los descensos porcentuales de cortisol, interleuquina 6 (IL-6), ácido láctico y amonio, producidos tras intervención física nutricional vs placebo

Grupos	Función estadística	% disminución cortisol	% disminución IL-6	% disminución Ac. láctico	% disminución Amonio
GC vs GE1	U Mann-Whitney	23	48	24	16
	Wilcoxon W	78	103	79	71
	Z	-2,041	-0,151	-1,965	-2,57
	Signific. Asintótica (2-colas)	0,041	0,880	0,049	0,01
	Signific. Exacta [2*(1-cola)]	0,043 (*)	0,912	0,052	0,009 (*)
GC vs GE2	U Mann-Whitney	2	15	2	6
	Wilcoxon W	57	70	57	61
	Z	-3,628	-2,646	-3,628	-3,326
	Signific. Asintótica (2-colas)	0,000	0,008	0,000	0,001
	Signific. Exacta [2*(1-cola)]	0,000 (*)	0,912	0,000 (*)	0,000 (*)
GE1 vs GE2	U Mann-Whitney	49	15	2	36
	Wilcoxon W	104	70	57	91
	Z	-0,076	-2,646	-3,628	-1,058
	Signific. Asintótica (2-colas)	0,94	0,008	0,000	0,290
	Signific. Exacta [2*(1-cola)]	0,971	0,007 (*)	0,000 (*)	0,315

(*) diferencias estadísticamente significativas para $p < 0,05$ aplicando test de Mann-Whitney.

Phlebodium decumanum, mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las reducciones experimentadas por los parámetros cortisol y amonio tras la intervención, y próximos al nivel de significación para el descenso de ácido láctico, siendo en todos estos casos las disminuciones porcentuales de mayor magnitud en

el grupo que recibió la suplementación con PHL, respecto al grupo que tomó placebo .

Los contrastes entre el grupo entrenamiento físico más placebo (GC) y el grupo que junto al programa de entrenamiento tomó una suplementación oral de *Phlebodium decumanum* más Coenzima Q₁₀ (GE2),

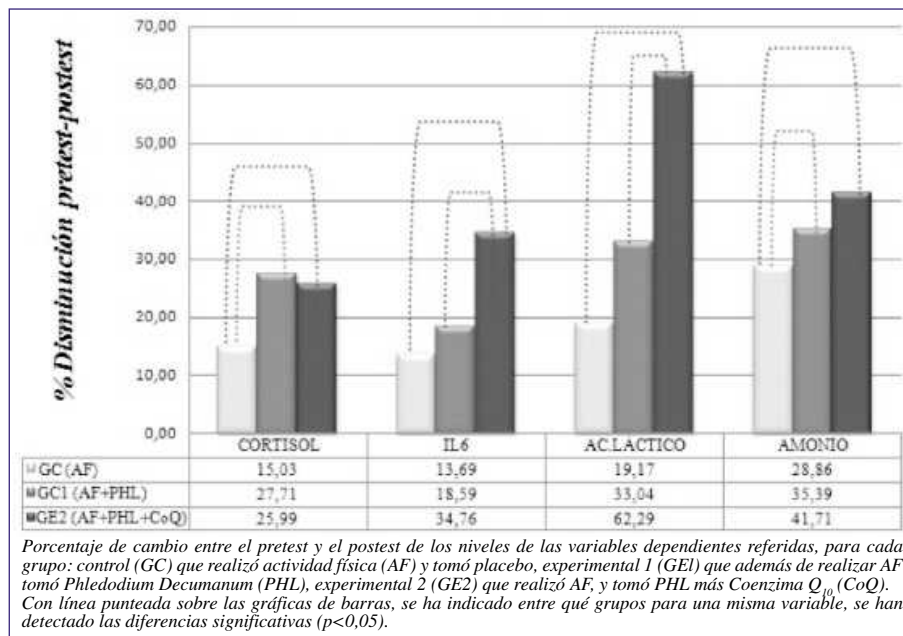


Fig. 1.—Descensos porcentuales de las concentraciones de cortisol, IL-6, ácido láctico y amonio después de la intervención actividad física más nutricional vs placebo. Estadística descriptiva y de contraste intergrupos posttest.

mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las reducciones post intervención, experimentadas por los parámetros analíticos cortisol, IL-6, ácido láctico, y amonio, siendo en todos los casos las disminuciones porcentuales de mayor magnitud en el grupo que recibió la suplementación nutricional respecto al grupo que tomó sustancia placebo.

La comparación entre el grupo GE1 que completó el programa de entrenamiento y tomó *Phlebodium decumanum*, y el grupo GE2, que realizó idéntico programa de ejercicio siéndole administrado simultáneamente PHL más Coenzima Q₁₀, mostró disminuciones postest significativamente mayores para las variables IL-6 y ácido láctico en el grupo que tomó doble suplementación nutricional (GE2).

Discusión

Comportamiento experimentado por el cortisol

Existe una gran discordancia en la literatura acerca del significado que poseen ciertos biomarcadores integrados en el circuito neuro-endocrino-inmunológico, en el contexto del estrés inducido por el ejercicio. La gran heterogeneidad de resultados encontrados, y la consecuente complejidad a la hora de establecer comparaciones interestudios, puede ser atribuida en gran medida, a la influencia de un gran número de factores exógenos y endógenos sobre el comportamiento de estos elementos, como es el caso del cortisol, una hormona de naturaleza esteroidea, que se sintetiza en el córtex de las glándulas suprarrenales. Entre estos condicionantes a los que se hace mención, se encuentran la edad, el sexo, el estado de condición física de los sujetos, y las características del entrenamiento, fundamentalmente volumen e intensidad del mismo^{3,21,22}.

Para comprender mejor el papel que desempeña el cortisol en el eje del estrés por la actividad física, es preciso recordar algunos conceptos generales sobre su fisiopatología. En este sentido, se sabe que el aumento de los niveles cerebrales de los neurotransmisores dopamina y noradrenalina liberados con el estrés, incluido el que genera el ejercicio a corto plazo, inicia la activación de dos grandes vías de transmisión de las señales: la vía nerviosa simpática, que de manera inmediata, estimula la liberación de catecolaminas desde la médula suprarrenal, y desde las terminales nerviosas adrenérgicas, y la vía endocrina hipotálamo-hipofiso-suprarrenal, más lenta (en torno a 20-30 minutos tras el inicio de la situación de estrés), que pone en marcha una serie de reacciones en cadena, estimulando la producción de hormona liberadora de corticotropina (CRH) por el hipotálamo, que a su vez, promueve la liberación de hormona adrenocorticotropa (ACTH) y β -endorfina por la adenohipófisis. La ACTH por su parte, induce la liberación de cortisol desde la corteza suprarrenal⁷.

Desde el punto de vista del metabolismo de los principios inmediatos, el cortisol posee efectos catabólicos en todas las células, incluidas las musculares. Este catabolismo conlleva la ruptura de proteínas para la obtención de aminoácidos que, mediante la neoglucogénesis hepática, pasan a ser sustratos para la obtención de energía. El cortisol, también participa en el mantenimiento de los niveles de glucosa en sangre durante el ejercicio, al disminuir la captación de esta por parte de las células y favorecer la movilización de ácidos grasos durante la actividad. Además, sensibiliza la respuesta a catecolaminas por aumento de sus receptores en los órganos diana y su producción es cuantitativamente proporcional a la intensidad del ejercicio²³.

Numerosos estudios han puesto de manifiesto que los ejercicios de resistencia, los de fuerza de alta intensidad, y también las actividades físicas muy prolongadas (de duración superior a 1 hora), producen elevaciones marcadas de los niveles de cortisol, así como de otras hormonas del estrés, y parece ser que esta respuesta aumenta la disponibilidad de sustratos energéticos para el ejercicio^{24,25}. Las elevaciones de cortisol, inducidas de manera inmediata por la actividad física, son transitorias, y retornan a la situación basal poco tiempo tras la finalización de esta, en torno a 1 ó 2 horas, en la mayoría de los casos^{21,26}.

A pesar de las discordancias halladas en la literatura sobre la cinética de liberación y el papel preciso de los glucocorticoides en el contexto deportivo, existen claras evidencias de que tanto el cortisol como sus análogos sintéticos poseen efectos antiinflamatorios e inmunosupresores. En términos globales, se aceptan sus acciones inhibitorias de la síntesis de citoquinas proinflamatorias, de la proliferación de linfocitos, de la capacidad de estos para secretar citoquinas, para responder a las mismas, para producir inmunoglobulinas, e inhibe también la función de las células accesorias en general²⁵.

No obstante, la magnitud de todos estos efectos también depende de variables como la intensidad y duración del ejercicio, así como del grado de acondicionamiento físico de cada sujeto, observándose en general, respuestas más atenuadas en situaciones de estrés agudo, (refiriéndonos en este caso al inducido por el ejercicio), e incluso, algunas publicaciones también describen descensos basales en sujetos entrenados^{27,28} con controvertidos matices que se comentarán a continuación. Estas diferencias se han atribuido a una mayor disponibilidad de reservas energéticas en el organismo de los individuos entrenados, y también, a una percepción reducida de los estímulos estresantes vitales²⁵.

Las anteriores evidencias, resultan concordantes con los resultados obtenidos en nuestra investigación, que han mostrado en todos los grupos de estudio, una reducción significativa de los niveles basales de cortisol, tras ser sometidos a un programa de entrenamiento de un mes de duración, independientemente de la suplementación o no con preparados nutricionales a

base de Coenzima Q₁₀ y/o *Phlebodium decumanum*. A partir de estos hallazgos, sostenemos que tan sólo la intervención a través del entrenamiento físico, ha sido capaz de inducir reducciones en los niveles de cortisol basal, unos cambios a medio plazo, que en este contexto interpretamos como ventajosos.

No obstante, analizando también posibles desigualdades entre los grupos de estudio, se ha observado que los mayores decrementos porcentuales de cortisol basal posttest, corresponden a los dos grupos que tomaron suplementos orales, con diferencias significativas entre cada uno de ellos por separado (tanto GE1 como GE2) y el grupo placebo, lo que indica que la suplementación oral con *Phlebodium decumanum* durante un mes, sólo o asociada a la toma de Coenzima Q₁₀, confiere efectos favorables sobre el eje del estrés activado por el ejercicio, como ya puso de manifiesto González en un estudio que llevó a cabo con deportistas universitarios a los que indujo un estado de fatiga subaguda, administrando durante la fase de entrenamiento, un preparado de PHL.¹⁴

También Esteban *et al.* destacaron en un estudio realizado con esquiadores, el papel protector de PHL sobre el perfil endocrino-metabólico e inmune, retardando la aparición de la fatiga de deportistas no profesionales y acelerando su recuperación.¹³ García por su parte, corroboró tanto los efectos beneficiosos de PHL como de la Coenzima Q₁₀, sobre el estrés oxidativo y la disfunción inmune ligadas al ejercicio de alta intensidad, asumiendo no obstante, que el diseño de su investigación no es completamente extrapolable al nuestro, en tanto que esta investigadora valoró los efectos inmediatos de ambas sustancias a una carga intensa de ejercicio físico con administraciones orales puntuales de estas sustancias preesfuerzo, y en este caso, evaluamos sus efectos a medio largo plazo y en condiciones basales¹⁹.

Aunque no es despreciable el número de publicaciones en las que se ha informado de descensos de los niveles plasmáticos basales de cortisol como proceso adaptativo y de mínimos ascensos en grandes esfuerzos físicos, como respuesta aguda al estrés físico en situaciones de exceso de trabajo, es decir, en los estados de sobreentrenamiento más cronificados, no consideramos que las disminuciones objetivadas en las circunstancias en las que se ha desarrollado el presente estudio sean atribuibles a una sobrecarga física o estado de fatiga patológicas, ya que ni el perfil de cambios objetivados en el resto de variables dependientes analizadas, ni las variables de control registradas a lo largo del estudio (hemodinámicas y percepción subjetiva de esfuerzo), han sugerido la existencia de un estado de sobresolicitación física patológica²⁹.

Comportamiento experimentado por la IL-6

Las citoquinas son glucoproteínas, que funcionalmente se comportan como mediadores solubles de co-

municación intercelular no antígeno específicos, son liberadas por diversas extirpes celulares, no solamente por las células inmunitarias, y poseen capacidad para unirse a receptores específicos de membrana de otras células, contribuyendo a la activación, blastogénesis y/o diferenciación de leucocitos en células efectoras, regulando también otros procesos como la apoptosis, la adquisición de la capacidad citotóxica y la recirculación de leucocitos^{30,31}.

A pesar de que los mecanismos de acción de las citoquinas son usualmente autocrinos (autocomunicación de una célula consigo misma), yuxtacrinos (sobre las células adyacentes) o paracrinos (sobre las células del mismo tejido), algunas de ellas como la IL-1, la IL-6 y el TNF- α , pueden actuar de manera endocrina. Estas proteínas desempeñan un papel clave en la regulación de las respuestas inflamatorias secundarias al ejercicio³².

Muchos estudios científicos, han podido demostrar a lo largo de los últimos años que, la actividad física intensa, es capaz de generar una serie de daños en las células musculares, habiéndose postulado diferentes hipótesis para intentar explicar su génesis. Aunque la sobreproducción de radicales libres, es una de las teorías más aceptadas para justificar dichas lesiones, sin embargo, determinados factores mecánicos como son las contracciones musculares excéntricas, desequilibrios metabólicos diversos, alteraciones en la microcirculación, y depleciones de los depósitos energéticos, se consideran también, posibles mecanismos iniciadores y/o amplificadores de este daño muscular asociado al ejercicio³³.

Al margen de todas estas propuestas etiopatogénicas, lo que parece claro es que, el ejercicio provoca habitualmente una respuesta inflamatoria de mayor o menor grado, que resulta tanto más evidente, cuanto mayor es la intensidad de la actividad física realizada, y más grande el daño tisular originado³⁴.

A partir de la lesión tisular generada por uno o varios de los factores mencionados, se desencadenan irremediamente, toda una serie de mecanismos fisiológicos o fisiopatológicos, que forman parte de una respuesta inflamatoria-inmunológica, dirigida a restaurar las condiciones iniciales, o incluso, a superar los niveles que existían antes de aplicar la carga de ejercicio si esta se encuentra integrada en un programa de entrenamiento, y ajustada adecuadamente a sus principios. En este último caso de la supercompensación y sus consecuencias serían un aumento del rendimiento a medio-largo plazo³⁵.

Si nos centramos en el papel que juega la IL-6 en todos estos procesos fisiopatológicos descritos, sabemos que esta citoquina es activada por diversas vías, entre las que se incluye la descarga adrenérgica; y en el contexto del daño muscular inducido por el ejercicio, es estimulada de manera preferente por la producción local de TNF- α e IL-1, en el foco lesional muscular.^{32,35}

Es ampliamente conocido que la IL-6 actúa como amplificador de la señal iniciada por estas citoquinas,

y que se considera el principal mediador sistémico de la inflamación, al promover la síntesis hepática de reactantes de fase aguda, como la proteína C reactiva. También se conoce su papel activador del eje hipotálamo-hipófiso-adrenal, favoreciendo así la liberación ACTH y cortisol^{9,10}.

Estos datos bibliográficos, resultan consistentes con el comportamiento paralelo del cortisol y la IL-6 objetivados en el presente estudio, con descensos significativos de los niveles sanguíneos de ambos parámetros tras la intervención realizada a través del programa de entrenamiento físico, tanto en los sujetos que tomaron placebo, como suplementos nutricionales, con discretas diferencias intergrupos que comentaremos a continuación.

Son numerosos los estudios experimentales que a lo largo de los últimos años, han venido mostrando claramente, cómo las reacciones inflamatorias locales, si son intensas y recurrentes, pueden causar dolores musculares, descensos significativos en el rendimiento físico, estados de inmunosupresión (reducciones significativas de los niveles de linfocitos sanguíneos, con deterioros importantes de su capacidad proliferativa y citotóxica, entre algunos de sus efectos) con la consecuente mayor susceptibilidad a infecciones, e incluso, también pueden incrementar el riesgo de sufrir accidentes coronarios^{36,37,38}.

En lo que respecta a las adaptaciones o efectos a medio-largo plazo del entrenamiento físico tanto sobre los niveles basales de citoquinas proinflamatorias como es la IL-6, como sobre la liberación de las mismas en la respuesta inmediata a la actividad física, existen evidencias científicas que señalan tanto una disminución en reposo de sus concentraciones, como una respuesta más atenuada durante el ejercicio, con todos los beneficios que se derivan de ello, no solo desde el punto de vista del menor riesgo cardiovascular y de enfermedades crónicas no transmisibles con las que se viene relacionando esta molécula a lo largo de los últimos años, sino también, desde la perspectiva de los eventos agudos cardiocirculatorios y musculoesqueléticos ligados a las respuestas inflamatorias desproporcionadas durante la práctica de ejercicio intenso³⁹.

Así pues los resultados de nuestra investigación, han resultado consistentes con estos hechos documentales, al evidenciarse un descenso de las concentraciones en reposo de IL-6 en todos los grupos tras concluir el protocolo de entrenamiento. Por lo tanto, a tenor de estos hallazgos experimentales, sostenemos que el programa de actividad física aplicado en este estudio, ha sido capaz de mejorar el perfil inflamatorio basal de todos los grupos. Gielen *et al.* publicaron hace algunos años resultados semejantes, demostrando que, los niveles basales de IL-6 experimentaban reducciones de entre un 36 y un 50%, tras un programa de entrenamiento físico domiciliario en cicloergómetro, de 6 meses de duración, en paciente cardiopatas⁴⁰.

Aunque en la presente investigación, se han producido descensos significativos postest de esta variable,

tanto en los grupos que recibieron la suplementación nutricional como en el grupo que tomó placebo, unos cambios que como ya se ha reseñado, hemos atribuido al entrenamiento, el análisis de contraste, ha objetivado también, diferencias estadísticamente significativas intergrupos (control con grupo PHL y grupo PHL con grupo PHL+CoQ), correspondiéndose los mayores descensos, a los sujetos que fueron suplementados con *Phlebodium decumanum* y Coenzima Q₁₀, seguidos de los individuos que sólo tomaron *Phlebodium decumanum*, lo que sugiere que la administración simultánea de ambas sustancias reporta mayores ventajas que la administración única de PHL, por un posible efecto sinérgico entre las mismas.

En lo que respecta a los efectos de *Phlebodium decumanum*, estos datos, se muestran acordes con los numerosos estudios realizados en torno al aporte de formulaciones orales de este helecho, analizando sus efectos inmunomoduladores, antioxidantes y desde el punto de vista del rendimiento, retardantes de la aparición de fatiga, y reversores del síndrome de sobreentrenamiento. Las investigaciones realizadas hasta el momento, han podido demostrar que los deportistas que lo consumen durante varias semanas, son capaces de mantener un nivel de esfuerzo elevado durante más tiempo, sin signos de instauración de fatiga, siendo diversos los mecanismos por los que se considera que reporta estos beneficios: por sus efectos positivos sobre el daño oxidativo, por el menor daño muscular, y por la atenuación de las respuestas inflamatorias ligadas al ejercicio. Esto es, por la regulación adecuada sobre la respuesta inmune, entre algunas de sus reconocidas acciones. Aunque se dispone de menos datos experimentales, también se han descrito descensos de niveles basales de citoquinas proinflamatorias, tras la toma continuada de esta sustancia durante varias semanas^{13,41,42}.

Desde el punto de vista molecular, aunque Punzón *et al.* constataron *in vitro* los efectos de PD sobre el TNF- α y sus receptores sTNFR2, y señalaron también la inhibición parcial de la IL-6. No obstante, las acciones sobre esta última molécula no parecen haber sido aclaradas completamente, ya que las evidencias experimentales *in vivo* posteriores, no han venido reflejando resultados uniformes probablemente debido a que las acciones de PD sobre la IL-6 tampoco lo son, y dependen de condicionantes diversos ya sea relacionados con el entorno molecular y/o exógenos, como por ejemplo los inherentes al ejercicio, teniendo en cuenta el carácter pleiotrópico de esta citoquina^{16,18,42}.

En cuanto a las evidencias científicas disponibles sobre los efectos beneficiosos de la Coenzima Q₁₀ como ayuda ergogénica en el ejercicio, un estudio realizado por García, MC. con maratonianos, destacó sus potentes acciones neutralizadoras de la acción nociva de los radicales libres derivados de oxígeno, probablemente debidas a un aumento de los niveles de dicha sustancia en las membranas lipídicas, además de destacar sus efectos beneficiosos sobre el sis-

tema inmunológico al optimizar la inmunocompetencia humoral y celular¹⁹.

Comportamiento experimentado por el lactato

El lactato sanguíneo, constituye un indicador biológico frecuentemente utilizado en fisiología del ejercicio, que aporta información semicuantitativa sobre la contribución del metabolismo anaeróbico a las exigencias energéticas que requiere una determinada actividad física. Su significado cuando se valora en el contexto de una respuesta inmediata al ejercicio, dista de la interpretación de sus niveles, tras un periodo de acondicionamiento físico y en situación basal, que son las condiciones que se evalúan en nuestro estudio¹³.

La mayoría de las publicaciones que hacen referencia a este biomarcador en el ámbito del entrenamiento deportivo, están de acuerdo en que existe una correspondencia entre las concentraciones sanguíneas de ácido láctico y el acumulado en las células musculares durante el ejercicio físico. También se ha aceptado que su velocidad de aclaramiento en sangre, mantiene una relación directamente proporcional con la capacidad oxidativa de los sistemas energéticos de producción de energía de cada individuo^{11,43}.

El análisis estadístico de los valores de lactato obtenidos en los tres grupos de estudio, ha mostrado un descenso significativo de sus niveles sanguíneos determinados en condiciones basales, tras concluir el programa de ejercicio, y respecto a los valores previos a la intervención (actividad física con o sin suplementación nutricional). Estos hallazgos concuerdan con los cambios previsibles que experimentaría dicha molécula, como adaptación al acondicionamiento físico, con el que a pesar de existir variaciones, ligadas a la orientación específica de dicho entrenamiento hacia un metabolismo predominantemente aeróbico, anaeróbico o mixto, cabría esperar en términos globales, un incremento de la capacidad de tolerancia al lactato, si no con menores concentraciones sanguíneas en reposo, al menos con unos niveles sanguíneos más bajos para el mismo esfuerzo físico⁴⁷.

En definitiva, un menor acúmulo de ácido láctico evitaría o al menos, minimizaría el riesgo de trabajar en condiciones de acidosis metabólica, con todas las consecuencias beneficiosas que de ello derivan, tanto desde el punto de vista del rendimiento deportivo, al retardar la aparición de fatiga, como desde una perspectiva saludable, al disminuir la sobreproducción de radicales libres, y atenuar las exaltadas respuestas neuroendocrinas y cardiocirculatorias capaces de incrementar las probabilidades de sufrir eventos deletéreos vinculados a la práctica de actividad física, circunstancias especialmente relacionadas con la activación de vías metabólicas anaeróbicas⁴⁴.

En lo que respecta a las diferencias significativas intergrupos observadas en los descensos porcentua-

les de esta variable tras la intervención actividad física con o sin suplementación nutricional oral, hemos podido objetivar que las mayores reducciones de las concentraciones basales de este parámetro se han producido en el grupo que tomó la doble suplementación de *Phlebodium decumanum* y Coenzima Q₁₀ respecto a los otros grupos.

Así pues, hemos podido comprobar que el programa de entrenamiento aplicado, de un mes de duración, ha sido capaz de inducir cambios a medio plazo en las concentraciones basales de ácido láctico, en el sentido de un descenso, y que sumado a dicho efecto, la administración oral de Co Q y/o PHL durante dicho periodo, y muy especialmente cuando se administran conjuntamente, mejora el metabolismo del lactato. De Teresa *et al.*, ya evidenciaron este efecto protector en un estudio que llevaron a cabo con ciclistas profesionales a quienes administraron una formulación oral a base del helechito⁴⁵.

Comportamiento experimentado por el amonio

El amonio (NH₄⁺) sanguíneo, es un indicador biológico que en el ámbito del ejercicio, proporciona información sobre la contribución de las vías anaeróbicas a las exigencias energéticas de una determinada actividad física. Suele utilizarse como método de evaluación del metabolismo energético en ejercicios de corta duración e intensidad máxima, circunstancias en las que se genera una elevada cantidad de adenosinmonofosfato (AMP). Por ello, durante este tipo de ejercicios, la acumulación de amoníaco en el plasma se considera indicativa de la degradación de AMP¹⁴.

Se ha demostrado que tras el ejercicio, la concentración de esta sustancia es más elevada en las fibras musculares de contracción rápida que en las lentas, y resulta proporcional a la carga de trabajo físico realizado. Cuando existe un incremento de la concentración de NH₄⁺ intramuscular, se produce un deterioro del metabolismo oxidativo al quedar inhibidas las enzimas isocitrato deshidrogenasa y piruvato deshidrogenasa, lo que suele asociarse a esfuerzos de elevada intensidad y corta duración. Por ello, altos niveles de amonio circulantes, se vienen relacionando en fisiología del ejercicio, con el inicio de fatiga muscular local que sigue al ejercicio de alta intensidad.

No obstante, en entrenamientos moderados y de mayor duración, puede producirse una disminución de este metabolito en sangre. Estos últimos datos, coinciden con el sentido de los resultados obtenidos en esta investigación, en la cual, hemos objetivado descensos significativos de este parámetro, tras el programa de entrenamiento físico en todos los grupos de trabajo, al margen de la suplementación oral con sustancia placebo o complemento nutricional, lo que atribuimos en gran medida, a adaptaciones beneficiosas derivadas del entrenamiento⁴⁶.

Sin embargo, las diferencias significativas entre los descensos mostrados por los distintos grupos de estudio, también indican que los decrementos de mayor magnitud los han manifestado los sujetos que tomaron PHL más Coenzima Q₁₀, seguidos de los que tomaron sólo PHL, unos resultados y conclusiones superponibles a los observados con la variable lactato.

En síntesis, podemos concluir que la administración simultánea de estas dos sustancias con propiedades antioxidantes e inmunomoduladoras, ha demostrado los mayores descensos sobre los niveles sanguíneos de este parámetro, respecto a los sujetos que sólo tomaron PHL y más aún respecto a quienes tomaron placebo. Unos cambios que en el contexto de la presente investigación, consideramos beneficiosos por motivos semejantes a los argumentados al hablar del comportamiento del ácido láctico, es decir, por reducir las probabilidades de trabajar en condiciones de acidosis metabólica, con consecuencias ventajosas sobre rendimiento deportivo, retardar la aparición de fatiga, disminuir el estrés oxidativo, y modular las hiperrespuestas cardiacas, circulatorias y neuroendocrinas disminuyendo así las probabilidades de sufrir eventos adversos, condiciones todas ellas, estrechamente vinculadas a la hiperactivación de vías metabólicas anaeróbicas⁴⁴.

Conclusiones

Tras la realización del programa de entrenamiento físico de un mes de duración, todos los grupos del estudio manifestaron cambios adaptativos favorables sobre el perfil endocrino-metabólico e inmunológico, que se objetivaron a través de un descenso significativo basal de las concentraciones de cortisol, interleuquina 6, ácido láctico y amoníaco, respecto a los valores previos a la intervención protocolizada.

Los grupos que habían ingerido suplementos nutricionales orales con *Phlebodium decumanum* asociado o no a Coenzima Q₁₀, presentaron mayores beneficios sobre el perfil analítico descrito, que los sujetos que sólo completaron el programa de ejercicio y tomaron placebo.

Los grupos experimentales que mostraron un perfil endocrino-metabólico e inmunológico más favorable, fueron los sujetos que tomaron doble suplementación nutricional con *Phlebodium decumanum* más Coenzima Q₁₀, seguido del grupo que tomó sólo *Phlebodium decumanum* como complemento oral.

Por tal motivo, concluimos que la ingesta de *Phlebodium decumanum* y de Coenzima Q₁₀ durante 4 semanas, mostraron efectos protectores sobre el perfil endocrino-metabólico e inmunológico basales, que atribuimos a sus experimentalmente demostradas propiedades inmunomoduladoras y antioxidantes, lo que no sólo resulta altamente ventajoso para retrasar la fatiga y mejorar el rendimiento deportivo, sino también para disminuir el riesgo de sufrir lesiones asociadas al ejercicio físico de alta intensidad.

Referencias

1. Zintl F. Entrenamiento de la resistencia. Fundamentos, métodos y dirección del entrenamiento. Barcelona: Editorial Martínez Roca; 1991.
2. American College of Sports Medicine (ACSM). Guidelines for exercise testing and prescription. Philadelphia: Lea and Febiger; 2000.
3. Pedersen BK, y Saltin B. Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. *Scan J Med Sci Sport* 2006; 16(1): 55-65.
4. Booth FW, Laye MJ, Roberts MD. Lifetime sedentary living accelerates some aspects of secondary aging. *J Appl Physiol*. 2011; 111(5): 1497-1504.
5. Suay F, Sanchís C, Salvador A. Marcadores hormonales del síndrome de sobreentrenamiento. *Rev Psicol Deporte* 1997; 11: 21-39.
6. Pedersen, B.K. y Toft, A. D. Effects of exercise on lymphocytes and cytokines. *J. Sports Med*. 2000; 34: 246-51.
7. Córdova A. Alteración de la respuesta inmune por el ejercicio. *Profesional Sports Magazine. Educación Física y Deporte*. 2001; 10: 26-30.
8. Kumae N, Umeda T, Sugawara K. Impact of a competitive marathon race on systemic cytokine and neutrophil responses. *Med Sci Sports Exerc*. 2003; 35(2): 348-55.
9. Scott A, Khan KM, Cook JL, Duronio, V. What is "inflammation?" Are we ready to move beyond Celsius? *Br J Sports Med*. 2004; 38(3): 248-9.
10. Calle MC, Fernandez ML. Effects of resistance training on the inflammatory response. *Nutr Res Pract*. 2010; 4(4): 259-69.
11. Álvarez de Mon M, Córdova A. Bases estructurales del sistema inmune y su implicación en la fatiga muscular. En: Córdova A. La fatiga muscular en el rendimiento deportivo. Madrid: Síntesis; 1997. p. 169-92.
12. Fallon KE, Fallon SK, Boston T. The acute phase response and exercise: court and field sports. *Br J Sports Med*. 2001; 35(3): 170-3.
13. Esteban E, Guisado R, De Teresa C, Alejo JL, Vargas MC, García C. Aporte de *Phlebodium decumanum* y acondicionamiento físico-salud para incremento de fuerza-potencia de miembro inferior: estrategias preventivas. *Revista Científica de Medicina del Deporte* 2005; 2: 3-10.
14. González JA. Efectos del BK-4 sobre la fatiga muscular y el rendimiento físico deportivo en adultos jóvenes sometidos a un programa de acondicionamiento físico general. [Tesis Doctoral]. Granada: Universidad de Granada; 2003.
15. Océano Mosby. Diccionario de la Medicina. 4º ed. Barcelona: Océano; Inmunomodulador; 2009. p.727.
16. Díaz-Castro J, Guisado R, Kajarabille N, García C, Guisado IM, De Teresa C, et al. *Phlebodium decumanum* is a natural supplement that ameliorates the oxidative stress and inflammatory signalling induced by strenuous exercise in adult humans. *Eur J Appl Physiol*. 2012;112(8): 3119-28.
17. Gatusso MA, Cortadi AA, Gatusso SJ. Caracteres morfoanatómicos de especies de *Phlebodium*. *Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromaticas* 2008; 7(1): 10-17.
18. Punzón C, Alcaide A, Fresno M. In vitro anti-inflammatory activity of *Phlebodium decumanum*. Modulation of tumor necrosis factor and soluble TNF receptors. *Int Immunopharmacol*. 2003; 3(9):1293-9.
19. García MC. Efectos de la melatonina, coenzima Q10 y *phlebodium decumanum* sobre el estrés oxidativo en el ejercicio físico intenso. [Tesis doctoral]. Granada: Servicio de publicaciones, Universidad de Granada; 2007. [Acceso 19 de Marzo de 2013]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10481/1476>
20. De Teresa C, Alcalde A, Yesares ME, Yesares M, inventores españoles; Empleo de formulaciones a base de fracciones hidrosolubles de *Phlebodium decumanum* (EXPLY-37) y o *Polypodium leucotomos* como complemento nutricional en la prevención y reversión del síndrome de sobreentrenamiento físico. Patente española. N° ES2146555. 2001 Marz 1.

21. Villa G, Córdova A, Ávila C, Almar M, Marroyo JA, García J, et al. Modificaciones de los leucocitos en ciclistas profesionales a lo largo de la competición. *Rev Clin Esp.* 2003; 203(9): 412-6.
22. Córdova A. Fisiología Dinámica. Barcelona: Masson; 2003.
23. Mendenhall LA, Swanson SC, Brownlee K, Viru M, Viru A, Behr M, et al. Exercise and the relationship between circulating cortisol and testosterone concentrations in men. *Phys Educ Sport* 2006; 50:30-3.
24. Raastad T, Bjoro T, Hallen J. Hormonal responses to high and moderate intensity strength exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2000; 82: 121-28.
25. Kraemer WJ, Ratamess. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Medicine* 2005; 35: 339-361.
26. Rowbottom DG, Green KJ. Acute exercise effects on the immune system. *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 32(7 Suppl): S396-405.
27. Hickson RC, Czerwinski SM, Falduto MT, Young AP. Glucocorticoid antagonism by exercise and androgenic-anabolic steroids. *Med Sci Sports and Exerc.* 1990; 22(3): 331-40.
28. McDowell SL, Hughes RA, Hughes TJ, Johnson GO. The effect of exercise training on salivary immunoglobulin A and Cortisol responses to maximal exercise. *Int J Sports Med.* 1992; 13(98): 577-80.
29. Lehmann M, Gastmann U, Petersen KG, Bachl N, Seidel A, Khalaf A, et al. Training-overtraining: performance and hormone levels after a defined increase in training volume versus intensity in experienced long-distance runners. *Br J Sports Med.* 1992; 26(4): 233-42.
30. Goldsby RA, Kindt Thomas J, Osborne Bárbara A, Kuby J. Inmunología. 6ª ed. México: Mc Graw Hill; 2007.
31. Janeway CHA Jr, Travers P, Walport M, Shlomchik MJ. Inmunobiología: El sistema inmunitario en condiciones de salud y enfermedad. 2ª ed. Barcelona: Masson; 2003.
32. Fainboin L, Geffner J. Introducción a la Inmunología Humana. 5ª ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana; 2008.
33. Malm C. Exercise immunology: a skeletal muscle perspective. *Exerc Immunol Rev.* 2002; 8: 116-67.
34. Walsh NP, Gleeson M, Shephard RJ, Gleeson M, Woods JA, Bishop NC, et al. Position statement. Part one: Immune function and exercise. *Exerc Immunol Rev.* 2011; 17: 6-63.
35. Rabinovich AGI. Inmunopatología molecular: nuevas fronteras de la medicina. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2004.
36. MacIntyre DL, Sorichter S, Mair J, Berg A, McKenzie DC. Markers of inflammation and myofibrillar proteins following eccentric exercise in humans. *European Journal of Applied Physiology* March 2001; 84(3):180-186.
37. Córdova A, Drobnic F, González de Suso JM, Álvarez de Mon M. Disminución de rendimiento deportivo: estrés, daño muscular y síndromes asociados a la fatiga inducidos por el deporte. *Medicine* 2002; 86: 4569-76.
38. Córdova A, Monserrat J, Villa G, Reyes E, Álvarez-Mon M. Effects AM3 (inmunoforon) on increased serum levels of interleukin 6 and tumour necrosis factor receptors I and II in cyclist. *J Sports Sci.* 2006; 24(6): 411-9.
39. Boekholdt SM, Stroes ES. The interleukin-6 pathway and atherosclerosis. *Lancet* 2012; 379(9822): 1176-8.
40. Gielen S, Adams V, Möbius-Winkler S, Linke A, Erbs S, Yu J, Kempf W, Schubert A, Schuler G, Hambrecht R. Anti-inflammatory effects of exercise training in the skeletal muscle of patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 2003 Sep 3; 42(5):861-8.
41. Vargas Corzo MC, Aguilar Cordero MJ, de Teresa Galván C, Segura Millán D, Miranda León MT, Castillo Rueda G, Guisado Barrilao R. Beneficios de la ingesta del Phlebotium decumanum sobre el daño muscular al efectuar ejercicio físico intenso en sujetos sedentarios. *Nutr. Hosp.* 2014; 29(6):1408-18.
42. González JA, Pradas F, Molina ES, De Teresa C. Effect of Phlebotium decumanum on the immune response induced by training in sedentary university students. *J Sports Sci Med.* 2011; 10: 315-21.
43. Feriche B. Diagnóstico de la fatiga. En Feriche B, Delgado M. La preparación biológica en la formación integral del deportista. Barcelona: Paidotribo; 2003. p. 55-70.
44. Fisher-Wellman K, Bloomer RJ. Acute exercise and oxidative stress: a 30 year history. *Dyn Med.* 2009; 8:1.
45. De Teresa C, Alcaide A, J, Fresno M. Cycling performance and risk due to prolonged exercise training. Effects of Phlebotium decumanum (BK-4). En prensa 2003.
46. Sharp R, Costill W, Fink W, King D. Effects to eight weeks of bicycle ergometer sprint training on buffer capacity. *Int J Sports Med.* 1986; 7(1):13-7.
47. Wilmore JH, Costill DL. Fisiología del esfuerzo físico. Barcelona: Paidotribo; 1998.
48. Aguilar Cordero MJ, Sánchez López AM, Guisado Barrilao R, Rodríguez Blanque R, Noack Segovia J, Pozo Cano MD. Descripción del acelerómetro como método para valorar la actividad física en los diferentes periodos de la vida. Revisión sistemática. *Nutr Hosp.* 2014; 29(6):1250-1261.
49. Aguilar Cordero MJ, Sánchez López AM, Mur Villar N, García García I, Rodríguez López MA, Ortigón Piñero A, Cortés Castell E. (2014). Título: Cortisol salival como indicador de estrés fisiológico en niños y adultos. Revisión sistemática. *Nutr Hosp.* 2014; 29(5):960-968.
50. Aguilar Cordero MJ, Sánchez López AM, Padilla López CA, Mur Villar N, Sánchez Marenco A, González Mendoza JL, Guisado Barrilao R. Influencia de un programa de actividad física en niños y adolescentes obesos con apnea del sueño; protocolo de estudio. *Nutr Hosp.* 2013; 28(3):701-704.
51. Aguilar Cordero MJ, Sánchez López AM, Padilla López CA, González Mendoza JL, Mur Villar N, Perona JS, Hermoso Rodríguez E. Influencia de un programa de actividad física en niños y adolescentes obesos; evaluación del estrés fisiológico mediante compuestos en la saliva; protocolo de estudio. *Nutr Hosp.* 2013; 28(3):705-708.



Original/Deporte y ejercicio

Cumplimiento de las recomendaciones de actividad física para la salud en adultos hipertensos

Cristina Romero Blanco¹, Diego José Villalvilla Soria², Esther Cabanillas Cruz³, María Laguna Nieto³ y Susana Aznar Laín⁴

¹D.U.E. Grupo de investigación PAFS-UCLM. ²D.U.E. y Fisioterapeuta. E.A.P. Alcalá de Guadaíra. Salud. Madrid. Grupo de investigación PAFS-UCLM. ³Graduadas en Ciencias del Deporte UCLM, miembros del Grupo de investigación PAFS-UCLM.

⁴Directora del grupo de investigación PAFS-UCLM. Profesora titular en la Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Castilla-La Mancha. España.

Resumen

Introducción: Parece necesario educar a los pacientes en la importancia de realizar AF para mejorar su salud, y específicamente, sobre las implicaciones que la intensidad de la AF tiene para la salud.

Objetivo: El propósito de este estudio fue evaluar si se cumplían las recomendaciones de actividad física (AF) para la salud en un grupo de pacientes hipertensos controlados de dos centros de atención primaria: La Estación y La Algodonera, situados en Talavera de la Reina (Toledo).

Métodos: *Diseño:* Estudio descriptivo transversal. *Emplazamiento:* Centros de atención primaria “La Estación” y “La Algodonera”, situados en Talavera de la Reina. *Participantes:* Un total de 80 pacientes hipertensos controlados de 40 a 60 años que cumplían los criterios de inclusión, fueron invitados a formar parte en el estudio, de los cuales fueron analizados los resultados válidos de 52 pacientes. *Mediciones principales:* Se cuantificó la actividad física diaria con acelerometría, obteniéndose los minutos de AF a intensidad de moderada a vigorosa (AFMV) y de actividad ligera, y el número de pasos. Los datos se presentaron diferenciando los días laborables y los días festivos.

Resultados: Sólo un 59,6 % de los sujetos de la muestra cumplía la recomendación de realizar un mínimo de 30 minutos de AF de intensidad de moderada a vigorosa al día para la mejora de la salud. Los hombres realizaron significativamente más minutos de APMV en los días festivos que las mujeres, y solamente las mujeres, mostraron diferencias significativas en los minutos de APMV entre en los días laborables respecto a los festivos.

Conclusiones: El 59,6% de los pacientes hipertensos controlados de esta muestra cumplían con las recomendaciones mínimas de AF para la salud; el resto debería incrementar su AF para cumplir las recomendaciones y con ello mejorar sus niveles de tensión arterial.

(Nutr Hosp. 2015;31:415-420)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7423

Palabras clave: Hipertensión arterial. Actividad física. Presión arterial. sedentarismo. Atención primaria.

Correspondencia: Dra. Susana Aznar Laín.
Avda. Carlos III, s/n 45071 Toledo, España.
E-mail: susana.aznar@uclm.es

Recibido: 13-III-2014.
1.ª Revisión: 1-V-2014.
Aceptado: 5-IX-2014.

ACHIEVEMENT OF PHYSICAL ACTIVITY HEALTHY GUIDELINES IN HYPERTENSIVE ADULTS

Abstract

Introduction: It seems necessary to educate patients in the need of realize the importance of physical activity to improve their health, and specifically, about the important implications that the intensity of physical activity has for health and fitness benefits.

Objective: The aim of this was to evaluate achievement of physical activity recommendations for health in a group of hypertensive controlled patients from two primary care centers: La Estación y La Algodonera located in Talavera de la Reina (Toledo).

Methods: *Design:* Cross-sectional study. *Location:* Primary care centers: La Estación y La Algodonera located in Talavera de la Reina. *Participants:* A total of 80 controlled hypertensive patients aged 40 to 60 years old who met the inclusion criteria were invited to the study. A sample of 52 patients obtained valid results to enter the study. *Main measures:* Minutes of Moderate to vigorous physical activity (MVPA), minutes of light activity and number steps were measured. Data was displayed by gender and weekdays vs weekend days.

Results: Only 59.6% of patients achieved the minimum recommendation of 30 minutes of MVPA at least every day to improve health. Male achieved significantly more MVPA during the weekend than female did. Only women presented significant differences between MVPA during week days vs weekend days.

Conclusions: 59.6% of hypertensive controlled patients of our sample achieve the minimal physical activity recommendations for health; the rest of the sample should increase their physical activity to achieve the recommendation and to improve their blood pressure levels.

(Nutr Hosp. 2015;31:415-420)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7423

Keywords: Hypertension. Physical activity. Blood pressure. Sedentary lifestyle. Primary care

Introducción

La hipertensión arterial (HTA) es uno de los factores de riesgo con mayor incidencia de la enfermedad cardiovascular¹⁻³. Según Pescatello et al⁴, las modificaciones en el estilo de vida ayudan a la prevención, tratamiento y control de la HTA. En especial, el ejercicio se ha considerado un componente muy importante para reducir los niveles de presión arterial (PA)⁵. Uno de los estudios clásicos que confirman esta relación es el realizado por Paffenbarger et al⁶, en el que se valoraba el estado de salud de los sujetos participantes desde el comienzo de los estudios universitarios hasta, en muchas ocasiones, su fallecimiento. Las conclusiones del estudio demostraron que los sujetos que obtenían un gasto calórico por AF de menos de 2.000 kcal diarias durante el tiempo libre sufrían un riesgo superior en un 30% para desarrollar HTA. En el mismo programa, unos años después, se comprobó que los que se convirtieron en personas activas siendo previamente sedentarios, reducían el riesgo de ser hipertensos, de manera independiente del sobrepeso, hábito de fumar o consumo de alcohol⁷.

Pescatello et al⁴, expusieron que los programas de ejercicio físico que trabajasen principalmente la resistencia cardiorrespiratoria prevenían el desarrollo de la HTA y disminuían la PA en adultos con PA normal, sucediendo lo mismo en personas hipertensas. Ishikawa et al⁸, encontraron que la reducción de la PA estaba influida por la duración del ejercicio, siendo mayor en los que realizaban actividades de más de 60 minutos semanales.

Según Kelley et al⁹, caminar reduce la PAS y PAD de reposo en adultos, modificaciones que se producen con independencia de los cambios en la composición corporal; conclusión a la que también llegaron otros autores¹⁰. A pesar de que la reducción de la PA era más acusada entre los pacientes con PA más elevadas¹¹. En otro meta-análisis¹² se encontraron reducciones de la PA en torno al 4-5% entre pacientes con HTA, frente a reducciones del 1-2% en sujetos sanos. También existen evidencias científicas de que la AF puede producir un descenso en la PA en mujeres jóvenes y de mediana edad que siguen un tratamiento antihipertensivo^{13, 14} y también en hombres de las mismas edades¹⁵, aun con hipertensión severa¹⁶.

Por tanto, para proporcionar al paciente hipertenso la posibilidad de disminuir sus niveles de PA¹⁷, por un

lado, Haskell¹⁸ propone cumplir la recomendación de AF para la salud consistente en acumular un mínimo de 30 minutos de AF a intensidad de moderada a vigorosa (AFMV) la mayoría de los días de la semana. Ésta se considera la recomendación mínima establecida para la promoción de la salud^{19, 20}. Hoy en día esta recomendación se ha actualizado aumentándola a 60 minutos de AFMV²¹. Debido a que caminar es la AF más comúnmente extendida entre la población general^{22, 23}, Tudor-Locke y Bassett²⁴, exponen su equivalencia en pasos, basándose en la recomendación de Blair²⁵, apareciendo por tanto otra recomendación de AF saludable, como es acumular al menos 10.000 pasos al día.

Tras la revisión bibliográfica y observando la importancia del cumplimiento de las recomendaciones de AF para la salud en pacientes hipertensos y la escasez de estudios en este sentido, el propósito de este estudio fue evaluar si se cumplían estas recomendaciones en un grupo de pacientes hipertensos controlados, no medicados, a los que el personal sanitario les recomendaba realizar AF desde dos centros de Atención Primaria: La Estación y La Algodonera, situados ambos en la zona oeste de Talavera de la Reina.

Material y métodos

Este es un estudio transversal descriptivo que pretende medir los niveles de AF a pacientes hipertensos controlados en un periodo concreto de tiempo.

Sujetos

El estudio se realizó en un total de 80 sujetos hipertensos controlados de 40 a 60 años, pertenecientes a la zona oeste de Talavera de la Reina (Toledo), de los cuales fueron válidos los datos de 52 sujetos (36 mujeres y 16 hombres), cuyas características descriptivas de edad, género e IMC se presentan detalladamente en la Tabla I. El médico de Atención Primaria, mediante un soporte informático para atención primaria específico de Castilla-La Mancha (el programa Turriano), seleccionaba a la muestra que cumplía los criterios de inclusión y exclusión (ver más adelante) y les invitaba a participar en el estudio. La muestra la formaron todos

Tabla I
Características descriptivas de la muestra estudiada

	<i>n</i>	<i>Edad</i> <i>(años)</i>	<i>Estatura</i> <i>(m)</i>	<i>Peso</i> <i>(kg)</i>	<i>IMC</i> <i>(kg·m⁻²)</i>	Σ <i>pliegues</i> <i>(mm)</i>
Mujeres	36	54.39 (5.19)	1.56 (0.07)	76.25 (12.37)	31.17 (4.16)	182.45 (33.89)
Hombres	16	53.133 (6.28)	1.71 (0.07)	89.89 (15.37)	30.85 (4.83)	128,88 (37,82)
Todos	52	54.00 (5.52)	1.61 (0.10)	80.45 (14.66)	31.07 (4.33)	165.97 (42.81)

[media (desviación estándar)]. n = número de sujetos; IMC = índice de masa corporal; Σ = sumatorio.

los pacientes hipertensos registrados en el programa Turriano de la consulta, durante el periodo del estudio (febrero-Junio 2010). Todos estos sujetos recibían por parte del personal sanitario el siguiente consejo médico: “debe realizar más actividad física diaria, intente caminar más todos los días, como mínimo 30 minutos diarios”. Una vez los pacientes aceptaban participar en el estudio, se contactaba con ellos por teléfono para darles cita. Todos los sujetos firmaron un consentimiento informado para participar en la investigación. Cada sujeto fue codificado para asegurar la confidencialidad de los datos.

Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión que se requerían para participar en el estudio era que fueran personas hipertensas controladas, es decir, ya diagnosticada la HTA por el médico, con una edad que se encontrara entre los 40 y 60 años.

Como criterios de exclusión se estableció no haber firmado el consentimiento informado, haber tenido algún ingreso hospitalario en los últimos 3 meses, haber tenido crisis hipertensiva en los últimos 6 meses, tener diagnosticada alguna enfermedad que limite la AF ya que contaminaría los datos recogidos con la acelerometría, entre dichas patologías destacamos la infección aguda, un proceso febril, descompensación metabólica, cardiovascular o respiratoria, lesión traumática aguda, artritis aguda, tener prótesis de cadera y/o rodilla, padecer dolor muscular-articular en la actualidad, así como participar en un programa de ejercicio físico dirigido.

Instrumentos

Los niveles de AF fueron medidos con un acelerómetro GT1M Actigraph (Manufacturing Technology Inc., Shalimar, Florida). El acelerómetro es un aparato pequeño (3.8 x 3.7 x 1.8 cm) y ligero (27 g) que se lleva bien sujeto a la altura de la cintura (sin necesitar el contacto con la piel) mediante una banda elástica durante todo el día excepto al asearse y durante las horas de sueño y detecta todo el movimiento humano de desplazamiento.

El acelerómetro registra todas las aceleraciones en un intervalo de frecuencias de 0,25 a 2,50 Hz. Estos parámetros registran solo el movimiento humano normal, filtrando y rechazando las aceleraciones de alta frecuencia como las vibraciones producidas por coches, autobuses, trenes, etc. El movimiento se detecta como una función combinada de intensidad y frecuencia del movimiento. La señal de aceleración filtrada se digitaliza y la magnitud se suma en un intervalo específico de tiempo. Al final de ese intervalo, la cuenta se almacena en la memoria y se resetea a 0 de nuevo para empezar a contar.

El acelerómetro se llevó puesto durante 7 días consecutivos (de martes a lunes). Se estableció un registro de actividad cada 15 segundos, aunque los resultados se analizaron finalmente en minutos, para un mejor análisis y comprensión de los resultados. Para considerar los datos de AF válidos se utilizó el criterio de inclusión de Riddoch et al²⁶: un mínimo de 500 minutos de registro diario durante al menos 3 días de los 7 que debían llevar puesto el acelerómetro. Los counts proporcionados por el acelerómetro GT1M fueron analizados para obtener cuántos minutos de AF ligera, moderada y vigorosa habían sido realizados por cada paciente.

En este estudio se tomaron los siguientes rangos de counts para definir las diferentes categorías de intensidad de actividad: <100 = sedentarismo (por ejemplo estar sentado o tumbado), 101-1952 = actividad ligera, 1953-5724 = actividad moderada, 5725-9498 = actividad vigorosa, >9498 = actividad muy vigorosa²⁷. Para obtener los minutos de AFMV, se sumaron los minutos de AF a intensidad moderada, vigorosa y muy vigorosa.

El acelerómetro también aporta el dato del número de pasos que se incluyó en el análisis para valorar el cumplimiento de las recomendaciones de Blair²⁸.

Estadística

Los análisis estadísticos se realizaron con el software Statistical Package for Social Sciences (SPSS) 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL). Se realizaron pruebas de estadística cuantitativa paramétrica. Se hallaron medias, desviaciones típicas, rangos y correlaciones. Previamente se analizó si la distribución de la muestra era normal, con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Se utilizaron pruebas t de student para buscar diferencias entre grupos. El nivel de significación del estudio se fijó en $p < 0.05$.

Resultados

El 59,61% (31/52) de los sujetos cumplían las recomendaciones de AF para la salud de un mínimo de 30 minutos de AFMV durante al menos 5 días en semana (Tabla II). Cuando se calculó la proporción de la muestra de nuestro estudio que alcanzaba la recomendación actual de 60 minutos de AFMV, solamente un 5,8% (3/52) de los participantes cumplía esta recomendación más exigente. En relación a la recomendación de pasos, un 32,7% (17/52) cumplió la recomendación de 10.000 pasos al día.

En primer lugar, se compararon días laborables y festivos. El promedio de minutos de AFMV en días laborables fue significativamente ($p < 0.05$) mayor que el promedio de minutos de AFMV en días festivos en toda la muestra. Estas diferencias significativas ($p < 0.01$) se observaron dentro del grupo de las mujeres pero no en el de los hombres. También se observó

Tabla II
Distribución de pacientes según sexo y cumplimiento de recomendaciones de pasos y de AFMV

Variable	Grupo		
	Todos (n=52)	Hombres (n=16)	Mujeres (n=36)
Número de sujetos que cumplen la recomendación de 30 AFMV (%)	31 (59.60)	12 (75.00)	19 (52.80)
Número de sujetos que cumplen la recomendación de 60 AFMV (%)	3 (5.8)	2 (12.5)	1 (2.5)
Número de sujetos que cumplen la recomendación de pasos (%)	17 (32.70)	5 (31.30)	12 (33.30)
Minutos de AFMV en días laborables (DS)	47.97 (38.73) ⁺	54.49 (46.40)	45.07 (35.15) ⁺⁺
Minutos de AFMV en días festivos (DS)	35.67 (31.85)	51.03 (38.21)*	27.48 (24.89)
Minutos de actividad ligera en días laborables (DS)	333,44 (106,98)	306,11 (125,27)	348,16 (95,16)
Minutos de actividad ligera en días festivos (DS)	312,43 (81,50)	292,00 (97,68)	326,73 (66,97)
Pasos dados en días laborables (DS)	11.038	13.367	10.003
	(9284)	(14833)	(5266)
Pasos dados en días festivos (DS)	9.913	12.389	8.593
	(9802)	(13859)	(6676)

⁺Diferencias significativas entre días laborables y festivos (p<0.05).

⁺⁺Diferencias significativas entre días laborables y festivos (p<0.01).

*Diferencias significativas entre hombres y mujeres (p<0.05).

AFMV = AF a intensidad de moderada a vigorosa; DS = Desviación estándar.

una tendencia general a dar más pasos durante los días laborables que en los días festivos, aunque no se obtuvieron diferencias significativas.

La Tabla II también muestra los resultados por género. Al comparar el grupo de hombres vs mujeres, sólo se observaron diferencias significativas en los días festivos, donde los hombres realizaban significativamente (p<0.05) mayor tiempo promedio de minutos de AFMV que las mujeres. En relación al número de pasos, no encontramos diferencias significativas por género.

Discusión

Hay poca información científica acerca del cumplimiento de las recomendaciones de AF para la salud en pacientes hipertensos controlados. Éste es el primer estudio en España realizado con esta población que ha medido los niveles de AF de forma objetiva con la técnica de la acelerometría.

El resultado más relevante del estudio es que sólo el 59,61% de los sujetos del estudio realizaba una cantidad suficiente de AFMV para cumplir las recomendaciones mínimas de AF saludable (30 minutos o más de AFMV en al menos 5 de los 7 días de la semana)^{19, 20}, mientras que las recomendaciones actuales que establecen como mínimo 60 minutos de AFMV la mayoría de los días de la semana²¹, sólo la cumplían un 5,8% de la muestra.

Para los hombres la mayor parte de los minutos de AFMV se obtenían durante los días laborables, al

igual que las mujeres, lo que podría indicar un ocio sedentario para ambos grupos. La inactividad relativa durante el fin de semana podría ser debida a una falta de educación y comprensión acerca de la importancia de la AF para la salud o a una falta de motivación para enrolarse en programas de AF durante los fines de semana. En relación con esto, sería interesante destacar que aproximadamente el 90% del tiempo de actividad durante los fines de semana de los sujetos de nuestro estudio fue de actividad ligera. Nuestros resultados no coinciden con los obtenidos por Buchowski²⁹ realizado en población sana, donde la actividad ligera realizada especialmente por los hombres sanos disminuía durante el fin de semana, en pro de los minutos de AFMV. Por tanto, la promoción de AF para pacientes hipertensos controlados desde los centros de Atención Primaria debería reforzar la idea de que los fines de semana se consideran como días de descanso del trabajo, y no como sinónimo de ausencia de AF.

El grupo de los hombres mostró mayor media diaria total de pasos en comparación con las mujeres, aunque ninguno de los dos grupos alcanzaba la recomendación actual más exigente (60 minutos de AFMV durante 5 o más días de la semana). Esto nos lleva a concluir que la cantidad elevada de actividad que estos sujetos realizaron era de una intensidad insuficiente para ser saludable (AFMV).

Aunque existen evidencias para sugerir que bajas cantidades e intensidades de AF pueden tener un efecto saludable respecto al sedentarismo^{30, 31}, y que pueden reducir de una forma más determinante la PA en indi-

viduos con HTA (modificaciones que se dan sobretudo durante los primeros 2 meses y medio)³² es comúnmente aceptado que el ejercicio a una intensidad moderada como mínimo aporta mayores beneficios^{15,30}.

En consecuencia, es importante que los programas de promoción de la AF ayuden a los individuos a entender: (i) qué es el ejercicio a intensidad moderada a vigorosa (no existen actividades concretas dependerá de nivel de condición física de cada sujeto, i.e. para algunos será caminar, para otros andar deprisa, etc.); (ii) que la calidad de AF y ejercicio realizado es al menos tan importante como la cantidad acumulada. De hecho, este último punto puede ser usado de forma efectiva para promover la AF entre personas que perciben tener falta de tiempo para realizar AF.

A pesar de existir un cierto consenso acerca del número de pasos que se deberían dar cada día para mantener y/o mejorar la salud¹⁷, alcanzar 10.000 pasos en un día no garantiza que una persona cumpla las recomendaciones de un mínimo de 30 minutos de AFMV (29). Nuestros resultados muestran coincidencia con lo anterior, ya que la media de pasos dados por todos los sujetos es superior a 10.000 pasos (excepto las mujeres en días festivos), pero un gran número de sujetos no cumplen las recomendaciones de AFMV.

La investigación ha demostrado que muchos sujetos inactivos no son conscientes de la cantidad de AF que normalmente realizan, con cierta tendencia a sobrestimar su nivel de AF³⁰. Algunas investigaciones han mostrado que cuando a los sujetos se les proporcionan feedback individualizados acerca de su AF actual (mediante podómetros o acelerómetros), aumentan su nivel de consciencia de la AF^{33,34}. Por ello, futuras investigaciones podrían evaluar la viabilidad y eficacia de la promoción de este tipo de monitores desde el centro de atención primaria como una estrategia para promocionar la AF. Dicha estrategia incluiría además de educación, una mayor consciencia de la práctica de AF.

Esta investigación cuenta con algunas limitaciones que deben mencionarse para la realización de futuros trabajos. Una de ellas es que a pesar de ser complicada la captación de pacientes, la muestra es pequeña. Una muestra mayor podría completar dichos resultados, además de permitir analizar la relación entre los niveles de AF y la situación clínica de la enfermedad de cada paciente.

Sin embargo, según los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede decir que los pacientes hipertensos controlados de esta muestra deberían dar una mayor cantidad de pasos al día y acumular más minutos de AFMV para cumplir las recomendaciones y con ello tener la posibilidad de reducir sus niveles de tensión arterial¹⁷. Los estudios realizados hasta la actualidad muestran que el consejo médico que proporciona el personal sanitario de atención primaria, aunque en ocasiones provoca un aumento de la AF de los pacientes sanos^{35,36}, se desconoce si este cambio se produce en pacientes hipertensos y si confiere beneficios significativos para la salud³⁶.

Por tanto, parece necesario revisar el consejo médico en estos pacientes para mejorar sus niveles de AF, puesto que a la luz de estos resultados parece insuficiente. Es por esto que la labor multidisciplinar entre el personal sanitario, médicos de deporte y licenciados en Ciencias del Deporte podría ser muy beneficiosa para mejorar la salud de estos pacientes.

Referencias

1. Kannel WB, Stokes J. Handbook of hypertension. Vol.6, Epidemiology of hypertension. In: Bulpitt CJ, editor. Amsterdam, the Netherlands: Elsevier Science Publishers; 1985. p. 15-34.
2. Kreger RE, Kannel WB. Influence of hypertension on mortality. In: Amery AKPC, editor. Hypertensive cardiovascular disease : pathophysiology and treatment. The Hague; Boston; Hingham, MA: M. Nijhoff ; Distributors for the U.S. and Canada, Kluwer Boston; 1982. p. 451-63.
3. O'Donnell CJ, Ridker PM, Glynn RJ, Berger K, Ajani U, Manson JE, et al. Hypertension and borderline isolated systolic hypertension increase risks of cardiovascular disease and mortality in male physicians. *Circulation*. 1997 Mar 4;95(5):1132-7.
4. Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, Farquhar WB, Kelley GA, Ray CA. American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc*. 2004 Mar;36(3):533-53.
5. Hatano Y. Use of the pedometer for promoting daily walking exercise. *ICHPER*. 1993;29:4-8.
6. Paffenbarger RS, Jr., Wing AL, Hyde RT, Jung DL. Physical activity and incidence of hypertension in college alumni. *Am J Epidemiol*. 1983 Mar;117(3):245-57.
7. Paffenbarger RS, Jr., Kampert JB, Lee IM. Physical activity and health of college men: longitudinal observations. *Int J Sports Med*. 1997 Jul;18 Suppl 3:S200-3.
8. Ishikawa-Takata K, Ohta T, Tanaka H. How much exercise is required to reduce blood pressure in essential hypertensives: A dose-response study. *Am J Hypertens*. 2003;16(8):629-33.
9. Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Walking and resting blood pressure in adults: a meta-analysis. *Prev Med*. 2001;33(2):120-7.
10. Dengel DR, Galecki AT, Hagberg JM, Pratley RE. The independent and combined effects of weight loss and aerobic exercise on blood pressure and oral glucose tolerance in older men. *Am J Hypertens*. 1998;11(12):1405-12.
11. Fagard RH. Exercise characteristics and the blood pressure response to dynamic physical training. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(6):S484-S92.
12. Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. The effects of exercise on resting blood pressure in children and adolescents: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Prev Cardiol*. 2003 Winter;6(1):8-16.
13. Reaven PD, Barrettconnor E, Edelman S. Relation between leisure-time physical-activity and blood-pressure in older women. *Circulation*. 1991;83(2):559-65.
14. Moreau KL, Degarmo R, Langley J, McMahon C, Howley ET, Bassett DR, Jr., et al. Increasing daily walking lowers blood pressure in postmenopausal women. *Med Sci Sports Exerc*. 2001 Nov;33(11):1825-31.
15. Blair SN, Goodyear NN, Gibbons LW, Cooper KH. Physical-fitness and incidence of hypertension in healthy normotensive men and women. *JAMA*. 1984;252(4):487-90.
16. Kokkinos PF, Narayan P, Collieran JA, Pittaras A, Notargiacomo A, Reda D, et al. Effects of regular exercise on blood-pressure and left-ventricular hypertrophy in african-american men with severe hypertension. *N Engl J Med*. 1995;333(22):1462-7.
17. Tudor-Locke C, Hatano Y, Pangrazi RP, Kang M. Revisiting "how many steps are enough?". *Med Sci Sports Exerc*. 2008 Jul;40(7 Suppl):S537-43.

18. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*. 2007 Aug 28;116(9):1081-93.
19. Centers for Disease Control and Prevention CDC. Increasing physical activity. A report on recommendations of the Task Force on Community Preventive Services. *MMWR Recomm Rep*. 2001 Oct 26;50(RR-18):1-14.
20. Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Boucharard C, et al. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA*. 1995 Feb 1;273(5):402-7.
21. Institute of Medicine of the National Academies of Science IOM. Dietary reference intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients). Washington, DC: National Academy Press; 2005.
22. Rafferty AP, Reeves MJ, McGee HB, Pivarnik JM. Physical activity patterns among walkers and compliance with public health recommendations. *Med Sci Sports Exerc*. 2002 Aug;34(8):1255-61.
23. Prevalence of Leisure-Time and Occupational Physical Activity Among Employed Adults—United States, 1990. *JAMA*. 2000 June 21, 2000;283(23):3064-5.
24. Tudor-Locke C, Bassett DR, Jr. How many steps/day are enough? Preliminary pedometer indices for public health. *Sports Med*. 2004;34(1):1-8.
25. Blair SN, LaMonte MJ, Nichaman MZ. The evolution of physical activity recommendations: how much is enough? *Am J Clin Nutr*. 2004 May;79(5):913S-20S.
26. Riddoch CJ, Andersen LB, Wedderkopp N, Harro M, Klason-Heggebo L, Sardinha LB, et al. Physical activity levels and patterns of 9-and 15-yr-old European children. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(1):86-92.
27. Freedson PS, Melanson E, Sirard J. Calibration of the Computer Science and Applications, Inc. accelerometer. *Med Sci Sports Exerc*. 1998 May;30(5):777-81.
28. Buchowski MS, Acra S, Majchrzak KM, Sun M, Chen KY. Patterns of physical activity in free-living adults in the Southern United States. *Eur J Clin Nutr*. 2004;58(5):828-37.
29. Lee IM, Hsieh CC, Paffenbarger RS. Exercise intensity and longevity in men. The Harvard Alumni Health Study. *JAMA*. 1995;273(15):1179-84.
30. Ronda G, Van Assema P, Brug J. Stages of change, psychological factors and awareness of physical activity levels in The Netherlands. *Health Promot Int*. 2001 Dec;16(4):305-14.
31. Hagberg JM, Park JJ, Brown MD. The role of exercise training in the treatment of hypertension - An update. *Sports Med*. 2000;30(3):193-206.
32. Rooney B, Smalley K, Larson J, Havens S. Is knowing enough? Increasing physical activity by wearing a pedometer. *WMJ*. 2003;102(4):31-6.
33. Slootmaker SM, Chin APMJ, Schuit AJ, Seidell JC, van Mechelen W. Promoting physical activity using an activity monitor and a tailored web-based advice: design of a randomized controlled trial [ISRCTN93896459]. *BMC Public Health*. 2005;5:134.
34. Elley CR, Kerse N, Arroll B, Robinson E. Effectiveness of counselling patients on physical activity in general practice: cluster randomised controlled trial. *Br Med J*. 2003;326(7393):793-6.
35. Marcus BH, Goldstein MG, Jette A, SimkinSilverman L, Pinto BM, Milan F, et al. Training physicians to conduct physical activity counseling. *Prev Med*. 1997;26(3):382-8.
36. Halbert JA, Silagy CA, Finucane PM, Withers RT, Hamdorf PA. Physical activity and cardiovascular risk factors: effect of advice from an exercise specialist in Australian general practice. *Med J Aust*. 2000 Jul 17;173(2):84-7.



Original/Deporte y ejercicio

Estudio comparado de la intensidad de entrenamiento sobre la máxima tasa de oxidación de grasas

David Ulloa¹, Belén Feriche², Paola Barboza³ y Paulino Padial²

¹Universidad Católica de la Santísima Concepción. Facultad de Educación. Concepción. Chile. ²Departamento de Educación Física y Deportiva. Universidad de Granada. Granada. España. ³Universidad Andres Bello. Facultad de Educación. Sede Concepción. Chile.

Resumen

Introducción: El ejercicio físico es un importante modulador de la máxima tasa de oxidación de grasas (MFO). Sin embargo, en la relación MFO-ejercicio, las zonas de transición metabólica en la prescripción del ejercicio no son consideradas.

Objetivo: Conocer el efecto del entrenamiento en diferentes zonas de transición metabólica sobre la cinética de la MFO y su localización (Fatmax) en jóvenes varones activos.

Método: 97 varones fueron distribuidos en 4 grupos homogéneos, 3 experimentales y un grupo control (GC). Cada grupo experimental participó en 8 semanas de entrenamiento administrado de forma continua a intensidad de umbral aeróbico o VT1 (CC_{VT1}), interválica en umbral anaeróbico o VT2 (IT_{VT2}), y en potencia aeróbica máxima o VO_{2max} (IT_{VO2max}). Antes y después del tratamiento los sujetos fueron testados en sendas pruebas con control de gases espirados para determinar el VO_{2max} , VT1 y VT2, y la MFO (calorimetría indirecta) y Fatmax.

Resultados: Los resultados muestran un incremento (entre 16,49 y 18,51%; $p < 0,01$) en la MFO en los grupos experimentales. La Fatmax se redujo de media del $60,72 \pm 10,52$ al $52,35 \pm 7,61$ % VO_{2max} ($p < 0,01$) por efecto del entrenamiento. El grupo control no experimentó cambios de interés. El análisis intergrupo no presentó diferencias entre los grupos experimentales en ambas variables, sin embargo la comparación contra el GC, reflejó un mayor descenso de la Fatmax en CC_{VT1} ($p < 0,05$). No se registraron cambios en el rendimiento, salvo un descenso del VO_{2max} en el GC ($p < 0,05$).

Conclusión: 8 semanas de entrenamiento de diferente intensidad incrementan la MFO y reducen la Fatmax.

(Nutr Hosp. 2015;31:421-429)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7424

Palabras clave: Metabolismo lipídico. Calorimetría indirecta. Entrenamiento. Deporte.

Correspondencia: Prof. David Leonardo Ulloa Dfáz. Universidad Católica de la Santísima Concepción. Caupolicán 497, Concepción (Chile). E-mail: dulloa@ucsc.cl

Recibido: 13-III-2014.
1.ª Revisión: 1-V-2014.
2.ª Revisión: 13-VII-2014.
Aceptado: 22-VIII-2014.

EFFECT OF TRAINING INTENSITY ON THE FAT OXIDATION RATE

Abstract

Introduction. Physical exercise is a key modulator of the maximum fat oxidation rate (MFO). However, the metabolic transition zones in the MFO-exercise relationship are not generally considered for training prescription.

Objective. To examine the effects of training in different metabolic transition zones on the kinetics of MFO and its localization (Fatmax) in young physically active men.

Methods. 97 men were divided into 4 similar sized groups, 3 experimental groups and a control group (CG). Subjects in each experimental group undertook an 8-week running program. Training was continuous at the intensity of the aerobic threshold or VT1 (CC_{VT1}); or performed as intervals at the intensity of the anaerobic threshold or VT2 (IT_{VT2}); or at maximum aerobic power VO_{2max} (IT_{VO2max}). Before and after the training intervention, expired gases were monitored in each subject to determine VO_{2max} , VT1, VT2, MFO (by indirect calorimetry) and Fatmax.

Results. In response to training, experimental groups showed an increase in MFO (from 16,49 to 18,51%; $p < 0,01$) and a mean reduction in Fatmax of $60,72 \pm 10,52$ to $52,35 \pm 7,61$ % VO_{2max} ($p < 0,01$). No changes of interest were observed in the control subjects. Intergroup comparisons revealed no differences in MFO and Fatmax among the experimental groups, though compared to the CG, a greater reduction in Fatmax was observed in CC_{VT1} ($p < 0,05$). No changes were detected in performance except a drop in VO_{2max} in the GC ($p < 0,05$).

Conclusion. 8 weeks of training led to an increase in MFO and reduction in Fatmax irrespective of training intensity.

(Nutr Hosp. 2015;31:421-429)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7424

Keywords: Lipid metabolism. Indirect calorimetry. Exercise therapy. Sports.

Abreviaturas

CO₂ = Dióxido de carbono.
CC_{VT1} = Grupo experimental que ejecutó en entrenamiento continuo a intensidad VT1.
Fatmax = Intensidad donde se alcanza la máxima tasa de oxidación de grasas.
FC = Frecuencia Cardíaca.
MFO = Máxima tasa de oxidación de grasas.
FO = Oxidación de grasas.
GC = Grupo control.
IC = Intervalo de confianza.
IMC = Índice de masa corporal.
IT_{VO_{2max}} = Grupo experimental que ejecuto entrenamiento interválico a intensidad VO_{2max}.
IT_{VT2} = Grupo experimental que ejecuto entrenamiento interválico a intensidad VT2.
n = tamaño de la muestra de estudio.
N = tasa de excreción de nitrógeno.
O₂ = Oxígeno.
VO₂Fatmax = Consumo de oxígeno en Fatmax.
VO_{2max} = Consumo máximo de oxígeno.
VCO₂ = Volumen de dióxido de carbono.
VE = Ventilación Minuto.
VE/VCO₂ = Equivalente ventilatorio CO₂.
VE/VO₂ = Equivalente ventilatorio O₂.
VO₂ = Consumo de oxígeno.
VT1 = Umbral ventilatorio 1.
VT2 = Umbral ventilatorio 2.

Introducción

El gasto metabólico basal y los mecanismos que condicionan la oxidación de grasas (FO) en reposo y ejercicio son actualmente un importante campo de estudio^{1,2}. La FO durante el ejercicio físico depende de diversos factores, tales como la glucemia³, nivel de hormonas circulantes⁴, estado de perfusión del tejido adiposo y muscular⁵, transporte de ácidos grasos hacia la célula muscular⁶, actividad enzimática y función mitocondrial muscular⁷. Sin embargo, estos factores son modulados, en mayor o menor medida, por el ejercicio físico (intensidad, duración y tipo). Así, el ejercicio de larga duración y baja intensidad se asocia a una mayor FO, cuya tasa se incrementa a medida que se eleva la intensidad hasta alcanzar aproximadamente el 70% del consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}), y posteriormente desciende cuando se sobrepasa 85% VO_{2max}⁸.

La intensidad de ejercicio donde se alcanza la máxima tasa de oxidación de grasas (MFO) se conoce como Fatmax, y fue descrita por primera vez en 2001 por Jeukendrup⁹. Los estudios sobre la Fatmax se han centrado en los procedimientos de su valoración y determinación¹⁰⁻¹¹, siendo evidente una gran variabilidad interindividual en su localización, que oscila entre el 40% y el 75% del VO_{2max}¹².

No existe en la literatura un claro consenso sobre el tipo de entrenamiento (continuo o de tipo interválico) que es más eficaz para mejorar la FO. Los estudios dis-

ponibles, realizados en poblaciones diversas y con periodos de entrenamiento de entre 2-12 semanas, arrojan una gran horquilla de cambio en el VO_{2max}¹³⁻¹⁵, sin que se observe una clara diferencia del tipo de entrenamiento sobre la MFO¹⁶. Igualmente, en la comparación de 2 grupos de estudio que ejecutaron 4 semanas de 2 entrenamientos intermitentes de diferente intensidad, Alkahtani et al. (2013)¹³ tampoco registraron un efecto diferente del entrenamiento sobre la tasa de oxidación de grasas.

La falta de consenso en la literatura sobre el efecto de la intensidad y tipo de entrenamiento en la FO es debida a las discrepancias metodológicas entre estudios, haciéndolos no comparables: la mayoría carece de grupo control, presentan niveles de condición física dispares entre participantes, muestran diferencias en los protocolos para determinar los cambios en la FO, emplean distintos tipos y métodos de entrenamiento, y son muy variables en el procedimiento de control de la carga de ejercicio. En algunos casos, la programación de la intensidad del entrenamiento se ha realizado a partir de la aplicación de modelos teóricos que expresan la carga como porcentajes de la frecuencia cardíaca máxima¹⁷, de la reserva cardíaca¹⁸ o del VO_{2max} y/o consumo pico alcanzado¹⁹⁻²⁰, procedimientos que no representan la carga interna real del entrenamiento. Estos modelos de organización de la carga no tienen en cuenta la zona metabólica sobre la que inciden (aeróbica, mixta o anaeróbica), siendo este aspecto un factor determinante en el efecto del entrenamiento de resistencia, y por tanto en la oxidación de grasas. Algunos estudios describen una estrecha relación entre la carga de trabajo en el umbral de lactato²¹ y el umbral ventilatorio 1 (VT1) con la MFO y Fatmax²². Sin embargo, el efecto del entrenamiento en ésta y otras zonas de transición metabólica, como el umbral anaeróbico o el VO_{2max}, sobre la FO y la Fatmax, no se describe con profundidad en la literatura disponible. Un mayor conocimiento sobre esta relación podría ser de gran ayuda para determinar la estrategia adecuada de ejercicio a seguir cuando se busca incrementar la actividad del metabolismo graso en aquellas poblaciones que quieran disminuir el peso corporal o mantener su estado nutricional.

Objetivo

Por tanto, el objetivo fundamental de este estudio es el de determinar el efecto del entrenamiento en diferentes zonas de transición metabólica sobre la cinética de la MFO y su localización (Fatmax), en jóvenes varones activos.

Métodos

Diseño

Se ha empleado un diseño experimental multigrupo con grupo control aleatorizado, medidas pre-post y comparación inter-grupos. Los sujetos participantes se

asignaron a cuatro grupos de estudio, cada uno de los cuales ejecutó 8 semanas de entrenamiento de resistencia de diferente intensidad e igual volumen (en umbral aeróbico, umbral anaeróbico y VO_{2max}), contando además con un grupo control. Se analizó el efecto del tiempo y tipo de entrenamiento sobre las variables de rendimiento y las vinculadas a la MFO y Fatmax en los 4 grupos.

Población

La muestra de estudio (n) se compuso de 97 jóvenes varones voluntarios y activos de $18,65 \pm 1,06$ años de edad, $69,80 \pm 9,73$ kg de peso, $173 \pm 5,4$ cm de altura, un consumo de oxígeno en Fatmax ($VO_{2Fatmax}$) de $32,30 \pm 5,23$ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ y un VO_{2max} de $54,65 \pm 6,90$ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$. Todos los participantes iniciaban un programa de instrucción militar en la escuela de grumetes "Alejandro Navarro Cisternas" de la Armada de Chile, habiendo superado con éxito el examen médico (historial clínico, examen postural, visual, odontológico y hemograma completo) y las pruebas físicas de acceso a la Escuela, por lo que presentaban un buen estado de salud y de condición física. La ingesta de fármacos o suplementos dietéticos que pudieran alterar el metabolismo se consideró como causa de exclusión del estudio. El control de esta ingesta se realizó por el médico de la armada durante la historia clínica, siendo la prescripción y suministro de cualquier fármaco responsabilidad de la armada. Previo al inicio del estudio se contó con el consentimiento informado de todos los participantes. El procedimiento seguido fue ajustado conforme a las normas establecidas en la Declaración de Helsinki y contó con la aprobación del Comité de Ética de la entidad local.

La muestra se dividió en cuatro grupos: tres grupos experimentales y un grupo control (GC). Se denominó CC_{VT1} , al grupo que ejecutó un entrenamiento continuo a la intensidad correspondiente al umbral ventilatorio 1 o VT1; IT_{VT2} , al grupo que ejecutó un entrenamiento interválico a la intensidad correspondiente al umbral ventilatorio 2 o VT2; y IT_{VO2max} , al grupo que ejecutó un entrenamiento interválico a la intensidad correspon-

diente al VO_{2max} . Todos los grupos fueron homogéneos en el inicio del periodo de intervención en términos de edad, índice de masa corporal (IMC), $VO_{2Fatmax}$ y VO_{2max} , lo que fue testado estadísticamente mediante un Anova de 1 factor (IC 95%) (Tabla I).

La peculiaridad de que la muestra estuviera iniciando un periodo de instrucción militar, permitió que la actividad diaria y los hábitos alimenticios fueran similares en todos los grupos. Los alimentos del menú y el tiempo para las comidas fue limitado, la comida servida (no autoservicio), no siendo posible repetir ración. El GC sólo realizó las actividades propias de la instrucción. Adicionalmente a estas actividades, cada grupo experimental ejecutó el programa de entrenamiento asignado.

Procedimiento

Todos los participantes acudieron al laboratorio de Fisiología de la Universidad de las Américas (Concepción, Chile) en dos días consecutivos, antes y después del periodo de entrenamiento. En cada ocasión, en la primera visita se determinaron las variables antropométricas y ejecutaron el test de esfuerzo para la estimación del VO_{2max} y los umbrales ventilatorios. En la segunda visita, realizaron el test calorimetría indirecta para la obtención de la tasa de oxidación de sustrato y la Fatmax.

Medidas antropométricas

Los sujetos fueron pesados en una báscula electrónica (Tanita TBF 300A, Tokio, Japón) con precisión de 100 g. La talla se midió con un tallímetro portátil (Seca 213, Hamburgo, Alemania), con precisión de 1 mm. Ambas medidas se emplearon para la determinación del índice de masa corporal (IMC) según la ecuación de Quetelet (kg/m^2).

Prueba máxima y determinación de Umbrales

El test de esfuerzo para determinar el VO_{2max} se realizó en tapiz rodante (VIASYS™ LE 250 CE, Alema-

Tabla I
Características de la población (n=97)

	CC_{VT1} (n=23)	IT_{VT2} (n=24)	IT_{VO2max} (n=25)	G_c (n=25)	Valor-p
Edad (años)	$18,43 \pm 0,86$	$18,92 \pm 0,97$	$18,64 \pm 1,30$	$18,63 \pm 1,01$	0,222
IMC (kg/m^2)	$23,20 \pm 3,48$	$23,55 \pm 2,60$	$23,54 \pm 2,43$	$22,56 \pm 1,42$	0,218
VO_{2max} ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	$53,36 \pm 8,10$	$54,28 \pm 6,73$	$54,69 \pm 6,14$	$56,21 \pm 5,60$	0,486
$VO_{2Fatmax}$ ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	$35,57 \pm 7,89$	$31,73 \pm 3,40$	$30,82 \pm 3,01$	$31,34 \pm 4,01$	0,084

Datos expresados como media \pm SD; IMC = índice de masa corporal; VO_{2max} = Consumo máximo de oxígeno. $VO_{2Fatmax}$ = Consumo de Oxígeno donde se alcanza la máxima tasa de oxidación de grasas; CC_{VT1} =Grupo Experimental que entrena a intensidad del VT1. IT_{VT2} =Grupo Experimental que entrena a intensidad del VT2. IT_{VO2max} =Grupo Experimental que entrena a intensidad del VO_{2max} . GC= Grupo Control. Valor-p= significación estadística (IC95%)

nia). Tras un calentamiento estandarizado de 5 min, los participantes comenzaron con una velocidad de carrera 8 Km·h⁻¹ que incrementó en 1 Km·h⁻¹ cada minuto hasta llegar al agotamiento. Se empleó una pendiente fija del 3%. Como indicadores de maximalidad se siguieron los criterios de Jones et al. (1985)²³. Durante todo el test, los sujetos permanecieron conectados a un analizador de gases con registro *breath by breath* (Jaeger®, Master Screen CPX, Alemania), calibrado antes de cada prueba conforme a las instrucciones del fabricante. Durante los test se controló el consumo de oxígeno (VO₂), el volumen de dióxido de carbono espirado (VCO₂), la ventilación (VE), los equivalentes ventilatorios (VE/VO₂ y VE/VCO₂) y las presiones telespiratorias para el oxígeno (O₂) y el dióxido de carbono (CO₂). Los Umbrales Ventilatorios (VT1 y VT2), se estimaron siguiendo el procedimiento de Davis (1985)²⁴. La monitorización de la frecuencia cardíaca (FC) se realizó por telemetría, latido a latido, mediante un cardiotacómetro (Polar®, Finlandia) adosado al ergoespirómetro. La máxima intensidad de ejercicio, como la correspondiente a las zonas de transición metabólica (VT1 y VT2), se expresaron como VO₂ (ml·kg⁻¹·min⁻¹) y % VO_{2max}.

Calorimetría Indirecta

Para determinar la tasa de oxidación de sustrato, en días consecutivos a la prueba de VO_{2max}, los sujetos ejecutaron un test de calorimetría indirecta de circuito abierto. En condiciones de ayuno de 6 h, los participantes iniciaron un test submáximo, continuo y de carga incremental en tapiz rodante ajustado a las recomendaciones de propuestas por Achten¹². Previo a la evaluación, se realizó un calentamiento de 10 min de ejercicio aeróbico de baja intensidad (< 40% VO_{2max}). La carga inicial correspondió a la velocidad más próxima al 40% del VO_{2max} del test previo, que incrementó en 1 Km·h⁻¹ cada 3 min hasta alcanzar un cociente respiratorio igual a 1. La pendiente se mantuvo fija al 3%. Durante el test se mantuvo un control de los gases espirados por el mismo procedimiento explicado con anterioridad. La oxidación de sustrato se estimó de manera continua mediante las ecuaciones estequiométricas de Frayn (1983)²⁵:

$$\text{Oxidación de grasas (g·día}^{-1}\text{)} = [(1,67 \cdot \text{VO}_2) - (1,67 \cdot \text{VCO}_2) - (1,92 \cdot \text{N})]$$

Donde

VCO₂ = volumen de dióxido de carbono espirado en l·min⁻¹

VO₂ = volumen de oxígeno consumido en l·min⁻¹

N = tasa de excreción de nitrógeno. Hemos asumido que esta tasa es constante e igual a 135 μg·kg⁻¹·min⁻¹ y que el aporte de proteínas al gasto energético es reducido.

Para determinar la intensidad vinculada a la Fatmáx se analizaron los cambios en la FO durante la prueba

submáxima, expresándose la intensidad a la que se localizaba la Fatmax como VO₂ (ml·kg⁻¹·min⁻¹) y % VO_{2max}.

Programa de ejercicio físico

Cada grupo experimental ejecutó el entrenamiento asignado durante 8 semanas consecutivas a razón de 3 veces/semana, sumando un total de 24 sesiones de entrenamiento. El grupo CC_{VT1}, realizó una carrera continua extensiva con un volumen de 5 Km/sesión que incrementó a 6 Km/sesión a partir de la cuarta semana. La intensidad de carrera correspondió a la velocidad y FC vinculados al VT1. El IT_{VT2}, ejecutó un entrenamiento de resistencia por intervalos, consistente en 5x1000m/sesión con recuperaciones de 3 min entre series. A partir de la cuarta semana se incrementó a 6x1000m/sesión. La intensidad de carrera correspondió a la velocidad y FC vinculados al VT2. Finalmente, el IT_{VO2max}, ejecutó un entrenamiento de resistencia por intervalos de tipo intensivo consistente en 10x500m/sesión con recuperaciones intermedias de 5 min. A partir de la cuarta semana se incrementó a 12x500m/sesión. La intensidad de carrera correspondió a la velocidad y FC vinculados al VO_{2max}. En todos los casos la velocidad de carrera fue monitorizada por fotocélulas, señales de distancia y un dispositivo GPS (Polar RX 800 CX Finlandia) distribuidos a lo largo de todo el circuito de entrenamiento.

El Grupo de Control (GC) no realizó ninguna actividad adicional a las del periodo de instrucción militar, comunes a todos los grupos. Se evitaron los ejercicios vigorosos al menos 24 h antes de las evaluaciones.

Análisis Estadísticos

Los datos son expresados como media y desviación estándar (SD). El análisis de distribución de frecuencias se realizó mediante el test de Shapiro-Wilk. El efecto del entrenamiento sobre las variables de rendimiento, tasa máxima de oxidación de grasas y Fatmax en cada uno de los grupos experimentales fue estimado mediante un test de comparación de medias para datos pareados (pre vs post), o el test de Wilcoxon en aquellas variables que mostraron una distribución no normal. La comparación inter-grupos se determinó mediante el ANOVA de un factor de las diferencias (post-pre) de las variables incluidas en el análisis. En caso de ANOVA significativo, el post hoc de Bonferroni fue aplicado. Para las variables no normales se usó el test de Kruskal-Wallis. El test de Tuckey sirvió para las comparaciones por pares en el caso de test significativo. En este último caso, los intervalos de confianza se estimaron a partir del procedimiento de Hodges-Lehman. El paquete estadístico de SPSS 20.0 fue empleado para este análisis. Se mantuvo un intervalo de confianza del 95%.

Resultados

Todos los sujetos incluidos en el análisis de los resultados completaron el periodo de entrenamiento y las evaluaciones conforme a las especificaciones.

La Tabla II refleja el resultado de la comparación pre-post de las variables de rendimiento máximo (VO_{2max}) y submáximo (Umbrales ventilatorios y $\%VO_{2max}$ en VT1 y VT2) de cada grupo de estudio. La comparación intragrupo mostró que el periodo de entrenamiento mejoró el VT1 en CCV_{VT1} y el VT2 en IT_{VO2max} ($p < 0,05$). El VO_{2max} reflejó un incremento significativo en CC_{VT1} , cuando era expresado en valores relativos al peso corporal. Ningún grupo experimental mejoró el VO_{2max} en $l \cdot min^{-1}$ tras 8 semanas de entrenamiento, observándose una reducción de un 4,25% en

el GC, junto a un descenso del VT1 ($p < 0,05$). Los 4 grupos de estudio mostraron una reducción del peso corporal (-4,02 %; $p < 0,01$) al final del periodo de evaluación, sin que se observaran diferencias entre los grupos por el tipo de entrenamiento, ni tampoco con el GC ($p > 0,05$). Sin embargo, estos cambios de peso llegaron a afectar al resultado del VO_{2max} cuando era expresado en relación a esta variable. El análisis de comparación intergrupos de las diferencias (post-pre) de las variables de entrenamiento analizadas no muestra cambios por el empleo de un tipo de entrenamiento sobre otro o respecto al grupo control ($p > 0,05$). [Insertar Tabla II].

El efecto del entrenamiento sobre las variables de MFO y la Fatmax expresada como VO_2 y $\% VO_{2max}$ para cada grupo de estudio se muestra en la Tabla III.

Tabla II
Efectos del entrenamiento sobre el rendimiento en los grupos de estudio

	Pre Test	Post Test	IC 95%		Valor-p	
			L.inf	L.sup		
CC _{VT1}	VO ₂ max (l·min ⁻¹)	3,70 ± 0,43	3,75 ± 0,39	-0,15	0,60	0,382
	VO ₂ max (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	53,36 ± 7,31	56,45 ± 4,35	-5,01	-1,16	0,003
	VT1 (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	32,79 ± 6,80	36,49 ± 3,65	-6,70	-0,61	0,021
	VT1 (% VO _{2max})	61,50 ± 9,42	64,91 ± 7,35	-0,93	8,16	0,128
	VT2 (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	45,13 ± 7,64	45,81 ± 4,05	2,24	-0,48	0,633
	VT2 (% VO _{2max})	84,51 ± 7,64	81,27 ± 5,97	-0,70	7,17	0,102
IT _{VT2}	VO ₂ max (l·min ⁻¹)	3,77 ± 0,42	3,74 ± 0,43	-0,12	0,18	0,692
	VO ₂ max (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	54,28 ± 6,73	57,01 ± 4,20	-1,15	5,45	0,162
	VT1 (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	34,32 ± 4,31	34,81 ± 3,96	-1,00	2,15	0,446
	VT1 (% VO _{2max})	63,82 ± 8,66	61,19 ± 7,32	-6,51	3,20	0,475
	VT2 (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	44,65 ± 4,71	46,44 ± 5,01	0,26	-1,80	0,085
	VT2 (% VO _{2max})	82,78 ± 7,82	81,36 ± 6,15	-5,54	4,95	0,075
IT _{VO2max}	VO ₂ max (l·min ⁻¹)	3,77 ± 0,39	3,71 ± 0,47	-0,07	0,19	0,365
	VO ₂ max (ml·Kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	54,69 ± 6,14	55,46 ± 4,95	-3,09	1,55	0,500
	VTI (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	33,07 ± 3,42	33,64 ± 3,49	0,99	-0,74	0,465
	VT1 (% VO _{2max})	60,96 ± 7,38	60,88 ± 6,10	-3,05	3,21	0,959
	VT2 (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	42,44 ± 5,32	45,01 ± 4,85	-0,37	-2,42	0,023
	VT2 (% VO _{2max})	77,80 ± 6,99	81,35 ± 7,35	-7,49	0,39	0,075
GC	VO ₂ max (l·min ⁻¹)	3,73 ± 0,38	3,61 ± 0,42	0,61	0,26	0,003
	VO ₂ max (ml·Kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	56,21 ± 5,61	55,56 ± 4,95	-3,09	1,20	0,397
	VTI (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	34,79 ± 3,56	32,80 ± 2,62	0,42	3,56	0,015
	VT1 (% VO _{2max})	62,17 ± 6,21	59,19 ± 4,02	0,50	5,45	0,020
	VT2 (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	44,81 ± 5,57	45,20 ± 4,34	-2,96	2,18	0,759
	VT2 (% VO _{2max})	79,84 ± 7,45	81,48 ± 6,06	-5,36	2,08	0,372

Datos expresados como *media* ± *SD*; IC= intervalo de confianza; p = significación estadística; L.inf= límite inferior; L.sup.= límite superior; VO_{2max} = Consumo máximo de oxígeno; VT1= Umbral Ventilatorio 1; % VO_{2max} = Porcentaje del VO_{2max}; VT2 = Umbral Ventilatorio 2. Valor p = significación estadística (IC95%).

Tabla III
Efectos del entrenamiento sobre la MFO y Fatmax

		Pre-test	Post-test	IC 95%		Valor- p
				L.inf	L.sup	
MFO (g·kg ⁻¹ ·día ⁻¹)	CC _{VT1}	18,94 ± 7,33	22,41 ± 6,23	1,44	5,86	0,004
	IT _{VT2}	17,92 ± 3,93	21,22 ± 4,09	5,52	8,91	0,004
	IT _{VO2max}	19,43 ± 2,66	22,68 ± 3,14	-4,74	-1,51	0,001
	G _C	19,21 ± 3,91	21,22 ± 4,11	-4,10	0,08	0,058
Fatmax (%VO _{2max})	CC _{VT1}	66,96 ± 13,92	54,26 ± 8,06	-19,15	-6,37	0,001
	IT _{VT2}	58,93 ± 7,19	52,07 ± 7,19	2,07	11,64	0,007
	IT _{VO2max}	56,70 ± 6,58	50,88 ± 7,53	1,97	9,69	0,005
	GC	55,96 ± 7,05	55,57 ± 7,02	-3,82	2,85	0,737
Fatmax (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	CC _{VT1}	35,55 ± 7,89	30,56 ± 4,60	1,58	8,42	0,006
	IT _{VT2}	31,73 ± 3,92	29,69 ± 4,50	-4,31	0,15	0,084
	IT _{VO2max}	30,82 ± 3,40	28,16 ± 4,40	0,302	5,01	0,029
	GC	31,34 ± 4,00	30,78 ± 3,98	-2,75	2,54	0,696

Datos expresados como *media* ± SD; p = significación estadística; % Cambio = Diferencias porcentuales entre en pre Test vs pos Test; MFO = Máxima tasa de oxidación de grasas; Fatmax = Intensidad del ejercicio donde se alcanza la máxima tasa de oxidación de grasas expresada con un % VO_{2max} y en términos relativos (ml·kg⁻¹·min⁻¹).

El análisis comparativo de los tipos de entrenamiento entre sí y su comparación con el GC se presenta en la Figura 1. Cuando los resultados se expresaron como un porcentaje de cambio, los 3 grupos experimentales reflejaron un incremento significativo en la MFO y un descenso en la Fatmax pre-post entrenamiento (p<0,05). El GC no llegó a alcanzar cambios de interés en la comparación pre-post en ninguna de las variables. El tipo de entrenamiento ejecutado no afectó a la magnitud del cambio de la MFO ni de la Fatmax. Sólo el grupo CC_{VT1} reflejó un descenso significativo de la Fatmax superior al del GC (p<0.05).

La Figura 2, muestra la localización de la Fatmax en relación con el VT1 en los grupos experimentales (n=72). La Fatmax no difirió de la localización del VT1 antes del entrenamiento, pero se redujo significativamente tras las 8 semanas de intervención (p<0,001; IC: 5,54 a 11,19), mientras que el VT1 permaneció sin cambios de interés (p=0,872, IC:-2,49 a 2,11).

Discusión

Los principales hallazgos de este estudio sugieren que 8 semanas de entrenamiento de resistencia incrementan la MFO y reducen la Fatmax, con independencia de la intensidad del ejercicio. Los resultados obtenidos muestran que, a diferencia del GC, con los tres tipos de entrenamiento analizados (CC_{VT1}; IT_{VT2} e IT_{VO2max}), se logra disminuir la intensidad de ejercicio a la que se alcanza la máxima tasa de oxidación de grasas, localizada en todos los casos a intensidades <VT1. Aunque la proporción de cambio en la MFO

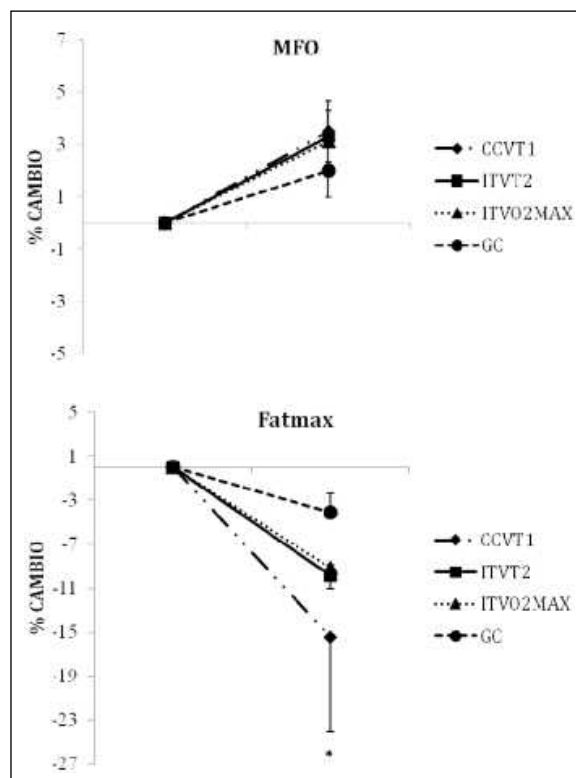


Fig. 1.—Análisis comparativo del tipo de entrenamiento sobre la máxima tasa de oxidación de grasas (MFO) y la intensidad a la que se localiza (Fatmax). Efecto sobre el control. % cambio = cambio en el post test respecto al pre test y expresado en tanto por ciento; CC_{VT1} = entrenamiento continuo en VT1; IT_{VT2} = entrenamiento por intervalos en VT2; IT_{VO2max} = entrenamiento por intervalos al VO_{2max}; GC = grupo control. * = diferencia CVT1 con GC, p<0.05.

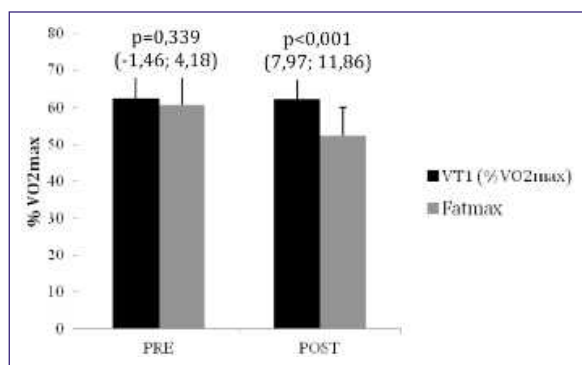


Fig. 2.—Comparación de la localización de la Fatmax respecto a VT1 antes y después del periodo de entrenamiento. La muestra empleada corresponde sólo a los grupos experimentales. p = significación estadística; (IC al 95%).

es similar entre los diferentes tipos de entrenamientos realizados, la magnitud del cambio de la intensidad relativa a la que se localiza la Fatmax es mayor en CC_{VT1} respecto al GC y al resto de los grupos. Por tanto, aunque el entrenamiento de resistencia en general parece mejorar el perfil de oxidación de las grasas, la intensidad a la que se alcanza la máxima oxidación de grasas parece ser más sensible al entrenamiento de carrera continua extensiva en VT1 (CC_{VT1}), que a los de tipo interválico de mayor intensidad (IT_{VT2} o $IT_{VO_{2max}}$).

El estudio de la cinética de la tasa de FO con el ejercicio físico es un tópico tratado con frecuencia por la literatura científica²⁶⁻²⁸. La FO se incrementa conforme lo hace la intensidad de ejercicio, alcanzando su máxima tasa de oxidación a intensidades promedio cercanas al 60-65% del VO_{2max} , aunque con gran variabilidad interindividual²⁹. Los resultados obtenidos en este estudio muestran una Fatmax localizada entre el $53,54 \pm 8,9$ y el $59,34 \pm 9,9$ % del VO_{2max} . Al igual que en los casos mencionados, ha sido observada una gran variabilidad en la población de estudio en ambas fases de la intervención (entre el 37 y el 86,9% del VO_{2max} en el pre y entre el 31% y el 76,2% del VO_{2max} en el post), con un VO_{2max} de partida de $54,9 \pm 6,9$ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$. Estos resultados coinciden con los observados por Schwindling et al.(2013)²⁸, quienes detectaron la Fatmax al 55 ± 14 % del VO_{2max} en sujetos entrenados con un VO_{2max} de entre 50 y 60 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$. Esta localización no cambió significativamente cuando la compararon con la de una población más entrenada (>60 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$; Fatmax 64 ± 12 % VO_{2max}), debido a la gran dispersión que presentó el valor de la variable respecto a la media observada. Los factores que determinan esta variabilidad intersujetos no son bien conocidos, siendo el nivel de entrenamiento³⁰, dieta⁸, edad¹¹, sexo²⁰, eficacia de la función oxidativa muscular y el tipo de fibra muscular dominante^{6,31}, factores que podrían explicar este resultado. El diseño empleado y el tipo de población estudiada ha permitido controlar la ma-

yoría de estas variables: hábitos de vida y dieta (los sujetos testados estaban en periodo de instrucción y permanecieron dentro de la base militar accediendo al mismo menú, ración y horario de comida), todos eran varones y no registraron diferencias en términos de edad ($p=0,486$), VO_{2max} ($p=0,304$) y Fatmax ($p=0,084$) al comienzo de la intervención. Sin embargo, la Fatmax continuó manteniendo un comportamiento variable e individual en los resultados, por lo que el tipo de fibra dominante y/o el metabolismo oxidativo, podrían constituirse como los factores de más influencia en esta respuesta. No obstante, el control del resto de los factores previamente enunciados, tales como la homogeneidad entre los grupos de estudio y el empleo de un GC en el diseño, permite reflejar en gran medida el efecto del tipo de entrenamiento y de las distintas intensidades ejercitadas sobre la oxidación de grasas.

Conforme con la literatura, los resultados obtenidos no arrojan diferencias entre los cambios registrados en la MFO por el entrenamiento continuo o interválico^{16,32}. Estos hallazgos coinciden en parte con los de Alkahtani et al.(2013)¹³, quienes tampoco observaron en su estudio cambios de interés en esta variable entre dos tipos entrenamiento interválico de diferente intensidad (IT_{VT2} vs $IT_{VO_{2max}}$) ($p>0,05$). Siguiendo el clásico modelo trifásico de Skinner y Mclelan(1980)³³, el aumento de la intensidad de ejercicio conlleva un incremento en la producción de lactato (reducción del pH muscular) y un cambio en el patrón ventilatorio que reduce la oxidación de grasas. Los estudios que han analizado la relación entre la transición metabólica en ejercicio y los cambios en la oxidación de sustratos, tanto en sujetos sedentarios como entrenados, han reflejado que la Fatmax podría alcanzarse a intensidades por debajo o cercanas al umbral del lactado³⁴ o al VT1²². En este estudio la Fatmax no mostró diferencias respecto a la localización del VT1 en el pre (Tabla II y Figura 2), mientras que se redujo de media un 13,78% en los 3 grupos experimentales por efecto del entrenamiento. Estos cambios se alcanzaron a pesar de no lograr resultados de interés en la condición física de la muestra (VO_{2max}), e independientemente a la reducción del peso corporal. Sin embargo, el análisis de la magnitud del cambio reflejado en la Figura 1, indica claramente que a pesar de la tendencia a la reducción de la Fatmax por el entrenamiento, es el de tipo extensivo en VT1 (CC_{VT1}) el que mejores resultados refleja en cuanto a la modificación del de la tasa de MFO.

Existe una relación de factores limitantes del estudio que deben ser tenidos en cuenta en la aplicación de las conclusiones obtenidas. El hecho de que la muestra de estudio estuviera compuesta exclusivamente por militares varones en periodo de instrucción, por un lado permite un gran control de la muestra, en especial de los hábitos diarios, pero a la vez restringe su extrapolación a otras poblaciones (como

por ejemplo mujeres²⁰ o deportistas confirmados³⁰). Aunque la distribución de los grupos fue al azar y se mostraron homogéneos en las variables de control, el azar no garantiza una distribución homogénea de las variables no controladas (tipo de fibra muscular predominante o función oxidativa muscular) con influencia en la Fatmax^{6,31}. Finalmente, el acceso a la comida fue el mismo para todos los sujetos en términos de horario, frecuencia y cantidad. La dieta suministrada era equilibrada, pero no se controló que los sujetos consumieran todo el alimento dispensado cada vez, por lo que la ingesta nutricional y calórica podía variar de un sujeto a otro. Sin embargo, dado el régimen de acuartelamiento y que todos los alimentos eran suministrados por la marina, no era frecuente que los sujetos dejaran alimentos sin ingerir de la ración que se les proporcionaba.

Conclusión

Por lo tanto, sobre la base de los resultados obtenidos en las condiciones de este estudio, podemos concluir que 8 semanas de entrenamiento a diferentes intensidades vinculadas a las zonas de transición metabólica incrementan la MFO y reducen la Fatmax. Los cambios proporcionados por los diferentes tipos de entrenamiento son similares, aunque la intensidad a la que se alcanza la máxima oxidación de grasas parece ser más sensible al entrenamiento de carrera continua extensiva en VT1 (CC_{VT1}), que al interválico de intensidades superiores. La variabilidad interindividual en respuesta al ejercicio físico y los cambios en la cinética de oxidación de grasas en los sujetos estudiados, confirman la necesidad de basar los programas de ejercicio físico en criterios individuales de prescripción, sobre todo cuando su objetivo sea el de aumentar el metabolismo graso.

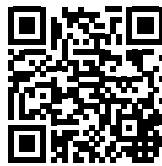
Agradecimientos

Agradecemos el interés y participación de la Escuela de Grumetes Alejandro Navarrete Cisterna, de la Armada de Chile y a su director, como también la de todos los sujetos que han participado en el estudio.

Referencias

- Bonfanti N, Fernández JM, Gomez-Delgado F, Pérez-Jiménez F. Efecto de dos dietas hipocalóricas y su combinación con ejercicio físico sobre la tasa metabólica basal y la composición corporal. *Nutr Hosp* 2014;29: 635-643.
- Thompson D, Karpe F, Lafontan M, Frayn K. Physical Activity and Exercise in the Regulation of Human Adipose Tissue Physiology. *Physiol Rev* 2012 JAN; 92:157-191.
- Malin SK, Viskochil R, Oliver C, Braun B. Mild fasting hyperglycemia shifts fuel reliance toward fat during exercise in adults with impaired glucose tolerance. *J Appl Physiol* 2013; 115:78-83.
- de Oliveira C, Iwanaga-Carvalho C, Mota JF, Oyama LM, Ribeiro EB, Oiler do Nascimento CM. Effects of adrenal hormones on the expression of adiponectin and adiponectin receptors in adipose tissue, muscle and liver. *Steroids* 2011; 76:1260-1267.
- Heinonen I, Wendelin-Saarenhovi M, Kaskinoro K, Knuuti J, Scheinin M, Kalliokoski KK. Inhibition of alpha-adrenergic tone disturbs the distribution of blood flow in the exercising human limb. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2013; 305:H163-172.
- Talanian JL, Holloway GP, Snook LA, Heigenhauser GJ, Bonen A, Spriet LL. Exercise training increases sarcolemmal and mitochondrial fatty acid transport proteins in human skeletal muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2010; 299:E180-188.
- Jeppesen J, Kiens B. Regulation and limitations to fatty acid oxidation during exercise. *J Physiol* 2012; 590:1059-1068.
- Romijn JA, Coyle EF, Sidossis LS, Gastaldelli A, Horowitz JF, Endert E, et al. Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. *Am J Physiol* 1993;265:E380-391.
- Jeukendrup A, Achten J. Fatmax : A new concept to optimize fat oxidation during exercise? *Eur J Sport Sci* 2001;1:1-5.
- Takagi S, Sakamoto S, Midorikawa T, Konishi M, Katsumura T. Determination of the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation in short-time testing. *J Sports Sci* 2013; 32:175-182.
- Crisp NA, Fournier PA, Licari MK, Braham R, Guelfi KJ. Adding sprints to continuous exercise at the intensity that maximises fat oxidation: Implications for acute energy balance and enjoyment. *Metab Clin Exp* 2012;61:1280-1288.
- Achten J, Venables MC, Jeukendrup AE. Fat oxidation rates are higher during running compared with cycling over a wide range of intensities. *Metab Clin Exp* 2003; 52:747-752.
- Alkahtani SA, King NA, Hills AP, Byrne NM. Effect of interval training intensity on fat oxidation, blood lactate and the rate of perceived exertion in obese men. *SpringerPlus* 2013; 2:532.
- Hottenrott K, Ludyga S, Schulze S. Effects of high intensity training and continuous endurance training on aerobic capacity and body composition in recreationally active runners. *J Sports Sci Med* 2012;11:483-488.
- Whyte LJ, Gill JMR, Cathcart AJ. Effect of 2 weeks of sprint interval training on health-related outcomes in sedentary overweight/obese men. *Metab Clin Exp* 2010;59:1421-1428.
- Astorino TA, Schubert MM, Palumbo E, Stirling D, McMillan DW. Effect of two doses of interval training on maximal fat oxidation in sedentary women. *Med Sci Sports Exerc* 2013;45:1878-1886.
- Venables MC, Jeukendrup AE. Endurance training and obesity: effect on substrate metabolism and insulin sensitivity. *Med Sci Sports Exerc* 2008; 40:495-502.
- Potteiger JA, Kirk EP, Jacobsen DJ, Donnelly JE. Changes in resting metabolic rate and substrate oxidation after 16 months of exercise training in overweight adults. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2008;18:79-95.
- Lizzer S, LaFortuna C, Busti C, Galli R, Agosti F, Sartorio A. Effects of low- and high-intensity exercise training on body composition and substrate metabolism in obese adolescents. *J Endocrinol Invest* 2011;34:45-52.
- Manning K, Rupp J, Benardot D, Brandon LJ, Doyle JA. Effects Of Exercise Training On Fat Oxidation In Untrained Overweight And Obese Females. *Med Sci Sports Exerc* 2012; 44:234-234.
- Rynders CA, Angadi SS, Weltman NY, Gaesser GA, Weltman A. Oxygen uptake and ratings of perceived exertion at the lactate threshold and maximal fat oxidation rate in untrained adults. *Eur J Appl Physiol* 2011;111:2063-2068.
- Gmada N, Marzouki H, Haj Sassi R, Tabka Z, Shephard R, Brun J, Bouhlel E. Relative and absolute reliability of the crossover and maximum fat oxidation points and their relationship to ventilatory threshold. *Science & Sports* 2013; 28:e99-e105.

23. Jones NL, Makrides L, Hitchcock C, Chypchar T, McCartney N. Normal standards for an incremental progressive cycle ergometer test. *Am Rev Respir Dis* 1985 May;131(5):700-708.
24. Davis JA. Anaerobic Threshold - Review of the Concept and Directions for Future-Research. *Med Sci Sports Exerc* 1985; 17:6-18.
25. Frayn KN. Calculation of substrate oxidation rates in vivo from gaseous exchange. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol* 1983 Aug;55(2):628-634.
26. Achten J, Gleeson M, Jeukendrup AE. Determination of the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation. *Med Sci Sports Exerc* 2002 JAN 2002;34(1):92-97.
27. Meyer T, Gassler N, Kindermann W. Determination of "Fatmax" with 1 h cycling protocols of constant load. *Appl Physiol Nutr Metab* 2007; 32:249-256.
28. Schwindling S, Scharhag-Rosenberger F, Kindermann W, Meyer T. Limited Benefit of Fatmax-Test to Derive Training Prescriptions. *Int J Sports Med* 2013; DOI: 10.1055/s-0033-1349106.
29. Achten J, Wallis GA, Shaw C, Tamopolsky MA, Greeves JP, Casey A, et al. Differences in substrate utilisation between men and women disappear after a period of intensified training. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:S21-S21.
30. Song Wei, Hu Baiping. Experimental study on relationship among Fatmax, aerobic endurance and RPE. *J Shaanxi Normal Univ Nat Sci* 2013;41:104-108.
31. Jeukendrup AE. Regulation of fat metabolism in skeletal muscle. *Ann N Y Acad Sci* 2002;967:217-235.
32. Burgomaster KA, Howarth KR, Phillips SM, Rakobowchuk M, MacDonald MJ, McGee SL, Gibala, M. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *J Physiol* 2008; 586:151-160.
33. Skinner JS, Mclellan TH. The Transition from Aerobic to Anaerobic Metabolism. *Res Q Exerc Sport* 1980;5:234-248.
34. Achten J, Jeukendrup AE. Relation between plasma lactate concentration and fat oxidation rates over a wide range of exercise intensities. *Int J Sports Med* 2004; 25:32-37.



Original/Deporte y ejercicio

Efectos de la suplementación con β -alanina en tests de Wingate en jugadoras universitarias de fútbol femenino

Fernando Rodríguez Rodríguez¹, Alex Delgado Ormeño², Patricio Rivera Lobos², Víctor Tapia Aranda² y Carlos Cristi-Montero³

¹Laboratorio de Motricidad Humana, Escuela de Educación Física, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. ²GICEFYD, Grupo de Investigación en Ciencias de Ejercicio Físico y del Deporte, Carrera Pedagogía en Educación Física, Universidad Viña del Mar. ³Facultad de Educación, Universidad Autónoma. Chile.

Resumen

Introducción: El fútbol es un deporte intermitente que desarrolla acciones de alta intensidad usando la vía anaeróbica, por tal razón, la fatiga muscular se produciría principalmente por el aumento de la acidosis. La carnosina, la cual se forma a partir de L-histidina y β -alanina, ha demostrado producir un efecto “Tampón” sobre la acidosis muscular.

Objetivo: Determinar el efecto de la suplementación con β -alanina, en tres pruebas de Wingate sucesivas, y comparar la potencia media, máxima y el lactato sanguíneo en seleccionadas universitarias de fútbol femenino.

Métodos: Se evaluaron 10 jugadoras de fútbol, quienes realizaron tres Wingate, descansando 5 min entre cada sprint, determinando la potencia media, máxima y el lactato al final de cada prueba, posteriormente consumieron 2,4 gr/día de β -alanina por 30 días y se repitieron las pruebas. El grupo control (n=8) realizó las mismas pruebas, pero sin consumir el suplemento. Se usó el cicloergómetro Monark (Ergomedic 874E) y para medir lactato el Lactate Pro 2.

Resultados: El grupo con suplementación, mejoró significativamente ($p<0,001$) la potencia media a diferencia del grupo control. La potencia máxima mejoró solo en el primer sprint a diferencia del grupo control ($p<0,05$); y no se obtuvieron diferencias en el lactato.

Discusión: la evidencia demuestra que la β -alanina mejora el rendimiento en pruebas de más de 30 segundos de duración, pero en nuestro estudio mejora la potencia media y la potencia máxima incluso al realizar sprint consecutivos, pudiendo emular la realidad de juego en el fútbol.

(Nutr Hosp. 2015;31:430-435)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7479

Palabras clave: β -alanina. Fútbol femenino. Test Wingate, Suplementación.

Correspondencia: Prof. David Leonardo Ulloa Dfáz.
Universidad Católica de la Santísima Concepción.
Caupolicán 497, Concepción (Chile).
E-mail: dulloa@ucsc.cl

Recibido: 4-IV-2014.

1.ª Revisión: 2-VI-2014.

2.ª Revisión: 1-VIII-2014.

Aceptado: 6-VIII-2014.

EFFECTS OF SS-ALANINE SUPPLEMENTATION ON WINGATE TESTS IN UNIVERSITY FEMALE FOOTBALLERS

Abstract

Introduction: Football is a sport that develops actions intermittent high-intensity exercise using the anaerobic pathway, for that reason, the muscle fatigue would produce primarily by increasing acidosis. Carnosine, which is formed from L-histidine, β -alanine, has proven to produce an effect “buffer” of acidosis.

Objective: To determine the effect of β -alanine supplementation, on three successive Wingate tests and compare the average power, maximum power and lactate blood in selected female college soccer.

Methods: We evaluated 10 football players who were three Wingate, 5 min rest between each sprint, determining the average power, maximum and lactate at the end of each test, then consumed 2,4 gr/day of β -alanine for 30 days and repeated the tests. The control group (n=8) performed the same tests, but without consuming the supplement. Monark cycle ergometer was used (Ergomedic 874E) and to measure lactate the Lactate Pro 2.

Results: The group with supplementation significantly improved mean power difference from the control group. The maximum power improved only in the first sprint unlike the control group and Lactate did not differ.

Discussion: The evidence shows that the β -alanine improves performance on tests of more than 30 second long, but in our study improves average power and peak power even when performing consecutive sprint, being able to emulate the reality of the football game.

(Nutr Hosp. 2015;31:430-435)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7479

Keywords: β -alanine. Women's football. Wingate test. Supplementation.

Abreviaturas

n: Número de integrantes del grupo.
GC: Grupo control.
GE: Grupo experimental.
W1: Wingate 1.
W2: Wingate 2.
W3: Wingate 3.
IR2: Recuperación Intermitente de nivel 2.
gr: Gramos.
mg: Miligramos.
TE: Tamaño del efecto.
X: Media.
DE: Desvío Estándar.
Valor *p*: Valor de significancia a través de la prueba *t* de Student.
mmol/L⁻¹: Nivel de concentración de lactato en sangre.
ppm: Pulsaciones por minuto.
Tiempo: Tiempo de pedaleo en minutos y segundos.
rpm: Pedaleadas por minuto.
Distancia: Distancia recorrida en kilómetros.
Velocidad: Velocidad en km/hr.
Cal: Consumo de calorías.
W: Potencia en vatios.

Introducción

La energía durante un partido de fútbol, se suministra predominantemente por el metabolismo aeróbico, pero este es un deporte intermitente que desarrolla acciones de alta intensidad, por lo tanto la vía anaeróbica láctica y aláctica son componentes esenciales del rendimiento en esta especialidad deportiva^{1,2}. La acidosis intramuscular se ha atribuido como una de las principales causas de la fatiga durante el ejercicio intenso. Se ha demostrado que inhibición de la acidosis, a través de un efecto “tampón”, ocurre con la Carnosina, que es sintetizada en el músculo esquelético a partir de los aminoácidos L-histidina y β-alanina. El factor limitante de la velocidad de síntesis de Carnosina, es la baja disponibilidad de β-alanina³, lo que ha motivado una serie de estudios en los últimos 10 años⁴. La suplementación durante 5-6 semanas con 4,8 gr/día de β-alanina aumenta significativamente el contenido de Carnosina en el músculo sóleo (39%), en el tibial anterior (27%), y en el gastrocnemio (23%); esta concentración fue disminuyendo a un nivel de 2 a 4% por semana⁵. Otro estudio señala que una suplementación de 2 a 4 gr/día con β-alanina, incrementa los niveles de Carnosina en el músculo esquelético entre un 20 a 80%⁶. Además se señala que la suplementación de 4,8 gr/día durante cuatro semanas, produce un aumento en un 50% en el umbral ventilatorio en estudiantes de educación física⁷. En futbolistas amateurs que se suplementaron con 3,2 gr/día de β-alanina por 12 semanas, tuvieron una mejora en el test yoyo IR2 (Resistencia Intermitente Nivel 2) de un 34,3%

en la distancia recorrida⁸. Además se ha estudiado que el contenido de Carnosina muscular es menor en las mujeres que en hombres⁹. Un estudio realizado en mujeres, indicó que la suplementación con β-alanina durante 28 días (7 días con 3,2 gr/día y 21 días con 6,4 gr/día) retrasa el inicio de la fatiga neuromuscular en un 12,6% y mejora el umbral ventilatorio en un 13,9% en cargas submáximas en un cicloergómetro, pero no muestra mejoras en el consumo de oxígeno máximo y en la potencia aeróbica¹⁰.

El principal objetivo por el cual se usa este suplemento, surge por la necesidad de conseguir mejorar el rendimiento durante los esfuerzos intermitentes de alta intensidad durante el desarrollo de juego del fútbol.

La suplementación con β-alanina podría ser una importante estrategia nutricional, ya que se ha demostrado que la Carnosina, produce un efecto “Tampón” (Buffer) sobre los hidrogeniones, mejorando el rango de pH del músculo activo, evitando o bien reduciendo la fatiga¹¹. Sin embargo, existe poca evidencia del efecto de la suplementación con β-alanina en el rendimiento en pruebas de potencia anaeróbicas sucesivas.

El objetivo del presente estudio es determinar el efecto sobre la potencia media, máxima y el lactato, a través de la suplementación con β-alanina en tres pruebas de Wingate sucesivas, en seleccionadas universitarias de fútbol femenino.

Sujetos y método

Este estudio es de tipo cuasi experimental, con una muestra de sujetos no probabilística, fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Viña del Mar y todas las participantes firmaron una carta de consentimiento informado.

La muestra está conformada por 18 futbolistas femeninas, seleccionadas de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Se dividieron en dos grupos, grupo control (GC, n=8) con una edad de 23,5 ± 2,0 años, tienen un peso de 60,3 ± 5,7 kg, una estatura de 160 ± 6,0 cm. El otro grupo, denominado experimental (GE, n=10) con una edad de 23,2 ± 3,1 años, un peso de 59,0 ± 6,8 kg, una estatura de 160 ± 5,2 cm. Ambos grupos entrenan entre 4 a 5 veces por semana, equivalente a 8-10 horas semanales.

El protocolo de evaluación considera tres momentos, un “pre test”, un período de suplementación con β-alanina y un post test. Inicialmente se realizó una anamnesis y se evaluó el peso corporal y la estatura. Antes de realizar el pre test se determinó la carga para ejecutar las 3 pruebas de Wingate, la cual corresponde al 7% del peso corporal de cada sujeto. Luego se realizó la medición del lactato en reposo, para luego comenzar a realizar el protocolo de calentamiento, el cual consistió en realizar 3 sprints de 5 segundos a máxima intensidad. Entre cada sprint, se realizó un descanso activo sobre el cicloergómetro de 3 minutos,

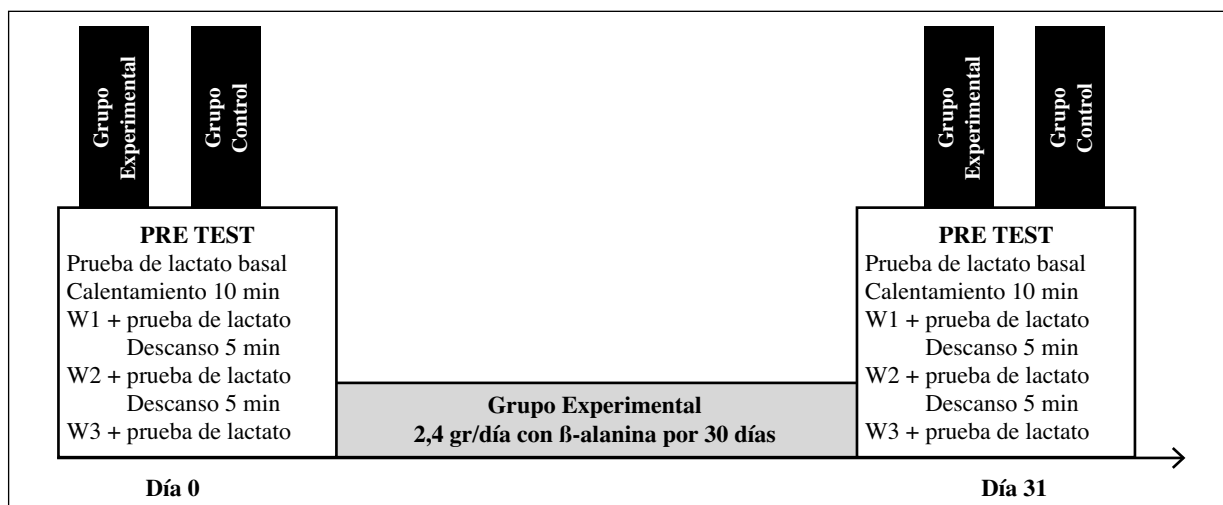


Fig. 1.—Proceso de evaluación para los grupos Experimental y Control.

pedaleando a 100 watts. Posteriormente, se realizaron los 3 Wingate de 30 segundos (W1, W2, W3), donde pedalearon a la máxima velocidad posible sin parar y hasta completar el tiempo. Una vez terminado cada Wingate se midió el lactato inmediatamente finalizado el test. Posteriormente, se realizó un período de suplementación crónica del aminoácido β -alanina, por un período de 30 días consecutivos y con una dosificación de 2,4 gr/día, donde se consumieron 3 “grageas” de 800 mg durante el día. Una vez finalizado el proceso de suplementación de 30 días, se realizó el post test donde se repitió el procedimiento del pre test, realizando las pruebas de Wingate W1, W2 y W3 y, mediciones de lactato sanguíneo posterior a cada prueba de 30 segundos (Fig. 1).

Para la evaluación de peso se utilizó una pesa electrónica marca Tanita (HD-313) y un tallimetro de madera portátil con precisión de 0,1 centímetros. La evaluación del test de Wingate se realiza con el cicloergómetro Monark (Ergomedic 874E), el cual posee un medidor electrónico que entrega la información de pedaleadas por minuto (rpm), frecuencia cardiaca en pulsaciones por minuto (ppm), tiempo de pedaleo en minutos y segundos (Tiempo), velocidad en km/hr (Velocidad), distancia recorrida en kilómetros (Distancia), y además se puede ajustar la potencia de frenado, dando una lectura de consumo de calorías (Cal) y la potencia en vatios (W).

El sistema de medición de lactato fue realizado a través del instrumento Lactate Pro 2 el cual entrega de la concentración de lactato en solo 15 segundos en mmol/L^{-1} . El suplemento de β -alanina se suministró a través de grageas de 800 mg de una conocida empresa de suplementos dietario que se adquiere de manera abierta en farmacias. Cada gragea contiene otros ingredientes que favorecen la absorción de la β -alanina como celulosa, acetoglicéridos vegetales y dióxido de titanio. Además, no contiene azúcar ni colorantes, saborizantes ni preservantes artificiales, está libre de

sodio, gluten, o cualquier otro derivado del maíz o la soya.

Análisis de los datos

Para la tabulación y análisis de datos se usa el software Excel 2010 y el software estadístico SPSS versión 18. La estadística descriptiva fue utilizada para expresar los valores como medias \pm desviación estándar, varianza y coeficientes de correlación. La distribución normal de los resultados fue determinada con la prueba de Shapiro-Wilks. La comparación de medias entre la prueba control versus experimental se realizó mediante la prueba de significación estadística t de Student, y además, cálculo del tamaño del efecto (TE). Los resultados se consideraron significativos a un valor de $p \leq 0,05$ para los valores peak de potencia y lactato y $p \leq 0,001$ para los valores de medía de potencia.

Resultados

En la tabla I se presentan las características antropométricas de las futbolistas divididas en grupo experimental y grupo control.

Tabla I		
Características generales de la muestra, divididas en GE y GC		
Características de la muestra	Grupo Experimental Media \pm DE (n = 10)	Grupo control Media \pm DE (n = 8)
Edad (años)	23,2 \pm 3,1	23,5 \pm 2,0
Peso (kg)	59 \pm 6,8	60,3 \pm 5,7
Talla (cm)	160 \pm 5,2	160 \pm 6,0

En la tabla II, se muestra el comportamiento de la potencia media generada en las pruebas de Wingate sucesivas expresada en Watts absolutos, comparando el desempeño del grupo control versus el grupo con experimental en W1, W2 y W3, donde solo en GE, logró valores significativamente mayores en el post test. Se presenta además el valor de *p*, obtenido por la prueba *t* de Student y se compara el TE entre ambos grupos.

La tabla III describe los valores peak alcanzados en cada uno de los 3 Wingate sucesivos (media ± DE), tanto en GE como en GC. Se presenta además el valor

de *p* y TE, siendo este último más alto en GE que en GC.

El grupo con suplementación tuvo mejoras significativas en los W1 y W3, mientras que el grupo control tuvo una mejora sólo en la potencia máxima en el W3.

La tabla IV describe el comportamiento de las concentraciones de lactato sanguíneo (mmol/L⁻¹) entre GE y GC (media ± DE). Se aprecia que no existen diferencias significativas en el lactato entre el pre y el post test de ambos grupos, ni en reposo ni en ninguna de las pruebas Wingate.

Tabla II

Potencia media (watts) entre el pre y post test comparando los grupos GE y GC. Medias (X), desviación estándar (DE), valor de p y TE

Pruebas	Grupo Experimental				Grupo Control			
	PRE	POST	P valor	TE	PRE	POST	P valor	TE
	(n=10) X ± DE	(n=10) X ± DE			(n=8) X ± DE	(n=8) X ± DE		
W1	490,0 ± 48,1	584,8 ± 27,8	0,0010*	2,31	520,7 ± 62,8	566,9 ± 52,0	0,0245	0,76
W2	491,5 ± 24,7	565,5 ± 30,1	0,0005*	2,57	508,2 ± 49,6	562,5 ± 36,2	0,0137	1,18
W3	459,1 ± 43,2	547,8 ± 41,8	0,0003*	2	473,9 ± 46,4	537,9 ± 42,6	0,0072	1,36

(*) Valor significativo de *p*<0,001 para una prueba *t*.

Tabla III

Potencia máxima (watts) entre el Pre y Post test comparando GE y GC. Medias (X), desvíos estándar (DE), valor p y TE

Pruebas	Grupo Experimental				Grupo Control			
	PRE	POST	P valor	TE	PRE	POST	P valor	TE
	(n=10) X ± DE	(n=10) X ± DE			(n=8) X ± DE	(n=8) X ± DE		
W1	599,1 ± 66,9	711,5 ± 51,5	0,003*	1,8	649,6 ± 70,2	664,0 ± 47,1	0,519	0,23
W2	622,9 ± 46,9	633,7 ± 34,7	0,526	0,25	637,5 ± 68,2	628,9 ± 62,3	0,804	0,12
W3	596,9 ± 53,9	649,1 ± 28,2	0,015*	1,16	592,9 ± 29,7	656,5 ± 50,2	0,035*	1,46

(*) Valor significativo de *p*<0,05 para una prueba *t*.

Tabla IV

Medias (X), desvíos estándar (DE) de lactato, valor de p y TE, de GE y GC en las medidas basal y las 3 pruebas Wingate

	Grupo Experimental				Grupo control			
	Pre	Post	P valor	TE	Pre	Post	P valor	TE
	(n=10) X + DE	(n=10) X + DE			(n=8) X + DE	(n=8) X + DE		
Reposo	1,4 ± 0,3	1,5 ± 0,2	0,453	0,33	1,6 ± 0,3	1,3 ± 0,3	0,169	0,85
Post W1	5,3 ± 1,4	5,5 ± 1,0	0,756	0,14	5,2 ± 0,9	4,8 ± 1,7	0,465	0,27
Post W2	11,3 ± 2,8	10,2 ± 2,1	0,262	0,42	9 ± 2	10,4 ± 2,9	0,318	0,5
Post W3	12,8 ± 2,7	13,6 ± 2,0	0,401	0,29	12,4 ± 3,3	13,4 ± 2,5	0,190	0,31

Discusión

En relación a la mejora del rendimiento en los esfuerzos intermitentes de alta intensidad que se producen durante el desarrollo del juego del fútbol, al suplementar a un grupo de futbolistas femeninas con β -alanina, se ha demostrado que se incrementa el rendimiento en un test de 3 pruebas sucesivas de Wingate, en la potencia media generada, obteniendo en este estudio un valor $p \leq 0,001$ y un TE ≥ 2 , que indica que al menos el 98% del GE tiene un valor más alto en el post test que la media del pre test.

En relación a los peak obtenidos en las 3 pruebas, en W1 y W3, se observa un valor $p \leq 0,05$ y TE $\geq 1,16$, que indica que al menos el 88% del GE tiene un valor más alto en el post test que la media del pre test. En W2 no se observan diferencias significativas obteniendo un valor de $p = 0,53$ y un TE = 0,25, que indica que sólo un 60% del GE tiene un valor más alto en el post test que la media del pre test. El grupo control presenta diferencias significativas sólo en W3 con un valor de $p \leq 0,05$ y del TE = 1,46, que indica que sólo un 93% de GC tiene un valor más alto en el post test que la media del pre test. Este alto valor pudo haber sido afectado por el tiempo de descanso entre cada serie; en la Tabla 3 se aprecia que el máximo de watts alcanzado fue en el W1, por lo que pudo afectar en el menor rendimiento en el W2, y a su vez esta baja expresión de energía pudo favorecer un peak más alto en W3 que en W2.

Un estudio de Van Thienen¹² encontró en su grupo de aplicación con β -alanina, que el 95% de los sujetos mejoraron significativamente la potencia máxima en una prueba de sprint de 30 segundos, a pesar de que algunos estudios definen que el efecto “tampón” de la Carnosina, no es tan importante cuando se realiza solo una repetición de Wingate^{13,14}. Hoffman et al.¹⁵ demostraron una mejora en una prueba de potencia de Wingate de 60 segundos después de 30 días de suplementación con β -alanina en jugadores de fútbol. La mayoría de los estudios suplementan en un rango de 3,2 gr/día a 6,4 gr/día, y entre 4 a 12 semanas de aplicación con β -alanina^{16,17,18,19}. En este estudio se comprobó que es posible obtener buenos resultados con una suplementación de 4 semanas con sólo 2,4 gr/día en mujeres.

La producción de lactato durante la ejecución de las pruebas, en ambos grupos de este estudio fue similar y exponencial. Esto se atribuye al efecto tampón de la Carnosina que genera la suplementación con β -alanina dentro de célula muscular, ya que a pesar de mantenerse altos los niveles de lactato en sangre, el rendimiento en las pruebas fue superior en el post test, tanto en la potencia media, como en el peak de potencia generada en el grupo experimental. En un estudio en donde se analizó el efecto de la suplementación con β -alanina durante 5 semanas, no se observaron diferencias en la producción de lactato entre los grupos de aplicación y placebo, por lo tanto el nivel de lactato en el grupo suplementado, parece no perjudicar el rendimiento²⁰.

Otro estudio señala que la suplementación con β -alanina reduce las concentraciones de lactato durante el ejercicio y por lo tanto, mejora el rendimiento en atletas de resistencia²¹. En estudios anteriores se ha definido que la ingesta de bicarbonato de Sodio²² puede actuar también como “buffer” que evita la acidosis metabólica, regulando la acumulación de iones H^+ en sangre, además de mejorar el gradiente de membrana, favoreciendo el transporte de éstos iones. Pero la suplementación conjunta entre Bicarbonato de Sodio y β -alanina, no parece tener mayor efecto²³.

Finalmente el uso de β -alanina como suplemento nutricional ha sido fuertemente comprobado y apoyado por la evidencia como un elemento ergogénico importante^{24,25,26}.

Conclusiones

Los resultados de este estudio comprueban que la suplementación con β -alanina de 2,4 gr/día, pueden mejorar el rendimiento de 3 pruebas Wingate sucesivas tanto en la potencia media como en la potencia máxima generada, independientemente de la producción de lactato, la cual no es diferente entre los grupos experimental y control y pone en relevancia que la suplementación nutricional realiza un gran aporte al rendimiento deportivo.

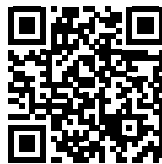
Agradecimientos

A las integrantes de la selección de fútbol femenino de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile y a su entrenador José Alvarado por su gentileza y disposición.

Referencias

1. Krstrup P, Mohr M, Ellingsgaard H, Bangsbo J. Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 37:1242–8.
2. Stolen T, Chamari K, Castagna C, Wisloff U. Physiology of soccer: an update. *Sports Med* 2005; 35:501–36.
3. Artioli GG, Gualano B, Smith A, Stout J, Lancha AH. Role of β -alanine supplementation on muscle carnosine and exercise performance. *Med Sci Sports Exerc* 2010; 42 (6):1162–1173.
4. Hobson RM, Saunders B, Ball G, Harris RC, Sale C. Effects of β -alanine supplementation on exercise performance: a meta-analysis. *Amino Acids* 2012; 43(1): 25–37.
5. Baguet A, Koppo K, Pottier A, Derave W. β -alanine supplementation reduces acidosis but not oxygen uptake responses during high-intensity cycling exercise. *Eur J Appl Physiol* 2010; 108:495–503.
6. Culbertson JY, Kreider RB, Greenwood M, Cooke M. Effects of beta-alanine on muscle carnosine and exercise performance: a review of the current literature. *Nutrients* 2010; 2(1):75-98.
7. Baguet A, Reyngoudt H, Pottier A, Everaert I, Callens S, Achten E, Derave W. Carnosine loading and washout in human skeletal muscles. *J Appl Physiol* 2009; 106:837–842.
8. Saunders B, Sunderland C, Harris RC, Sale C. β -alanine supplementation improves YoYo intermittent recovery test per-

- formance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 2012;(9)39.
9. Derave W, Everaert I, Beeckman S, Baguet A. Muscle carnosine metabolism and β -alanine supplementation in relation to exercise and training. *Sports Med* 2010; 40:247–263.
 10. Stout JR, Cramer JT, Zoeller RT, Torok D, Costa P, Hoffman JR, Harris RC., Kroy JO. Effects of b-alanine supplementation on the onset of neuromuscular fatigue and ventilatory threshold in women. *Amino Acids* 2007; 32: 381–386
 11. Harris RC, Tallon MJ, Dunnett M, Boobis L, Coakley J, Kim HJ, Fallowfield JL, Hill CA, Sale C, Wise JA: The absorption of orally supplied beta-alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis. *Amino acids* 2006; 30(3):279-289.
 12. Van Thienen, R. V., et al. b-Alanine improves sprint performance in endurance cycling. *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41(4): 898-903.
 13. Hoffman JR, Ratamess NA, Ross R, Kang J, Magrelli J, Neese K, Faigenbaum AD, Wise JA. b-Alanine and the hormonal response to exercise. *Int J Sports Med* 2008; 29:952–958.
 14. Kern BD, Robinson TL. Effects of b-alanine supplementation on performance and body composition in collegiate wrestlers and football players. *J Strength Cond Res* 2011; 25:1804–1815.
 15. Hoffman JR, Ratamess NA, Faigenbaum AD, Ross R, Kang J, Stout JR, Wise JA. Short-duration b-alanine supplementation increases training volume and reduces subjective feelings of fatigue in college football players. *Nut Res* 2008; 28:31–35.
 16. Sweeney KM, Wright GA, Brice AG, Doberstein ST. The effects of b-alanine supplementation on power performance during repeated sprint activity. *J Strength Cond Res* 2010; 24:79–87.
 17. Stout JR, Graves BS, Smith AE, Hartman MJ, Cramer JT, Beck TW, Harris RC. The effect of beta-alanine supplementation on neuromuscular fatigue in elderly (55–92 years): a double-blind randomized study. *J Int Soc Sports Nutr* 2008; 5:21.
 18. Smith AE, Walter AA, Graef JL, Kendall KL, Moon JR, Lockwood CM, Fukuda DH, Beck TW, Cramer JT, Stout JR. Effects of b-alanine supplementation and high intensity interval training on endurance performance and body composition in men; a double blind trial. *J Int Soc Sports Nutr* 2009; 6:5.
 19. Stout JR, Cramer JT, Zoeller RF, Torok DJ, Costa P, Hoffman JR, Harris RC, O’Kroy J. Effects of b-alanine supplementation on the onset of neuromuscular fatigue and ventilator threshold in women. *Amino Acids* 2007; 32:381–386.
 20. Walter AA, Smith AE, Kendall KL, Stout JR, Cramer JT. Six weeks of high-intensity interval training with and without beta-alanine supplementation for improving cardiovascular fitness in women. *J Strength Cond Res* 2010; 24(5):1199-207.
 21. Sale, Craig, et al. Carnosine: from exercise performance to health. *Amino Acids* 2013; 44(6), 1477-1491.
 22. McNaughton L, Siegler J, Midgley A. Ergogenic effects of sodium bicarbonate. *Curr Sports Med Rep* 2008;7(4):230–6.
 23. Sale, Craig; Saunders, Bryan; Hudson, Sean; Wise, John A.; Harris, Roger C.; Sunderland, Caroline D. *Effect of β -Alanine Plus Sodium Bicarbonate on High-Intensity Cycling Capacity Medicine & Science in Sports & Exercise* 2011; 43(10):1972-1978.
 24. Lily E., & Papandreou, D. *The role and effects of carnosine and β -alanine on exercise: an updated mini review. Nutrition & Food Science* 2014; 44(2), 127-133.
 25. Stellingwerff, T., Decombaz, J., Harris, R. C., & Boesch, C. Optimizing human in vivo dosing and delivery of β -alanine supplements for muscle carnosine synthesis. *Amino acids* 2012; 43(1), 57-65.
 26. Caruso, J., Charles, J., Unruh, K., Giebel, R., Learmonth, L., & Potter, W. (2012). Ergogenic effects of β -alanine and carnosine: Proposed future research to quantify their efficacy. *Nutrients* 2012; 4(7), 585-601.



Original/Valoración nutricional

La predicción de la talla diana por el método de Tanner infravalora la talla final en jóvenes de zona rural del sudeste de España

Rafael Ríos¹, Vicente Bosch², Fernando Santonja², José Manuel López³ y Marta Garaulet⁴

¹Centro de Salud La Paca. Servicio Murciano de Salud. ²Departamento de Cirugía, Pediatría, Obstetricia y Ginecología. Hospital Clínico Virgen de la Arrixaca de Murcia. Universidad de Murcia. ³Instituto de Salud Rural de España. ⁴Departamento de Fisiología. Universidad de Murcia. España.

Resumen

Introducción: Conocer la talla final de un individuo antes de finalizar el crecimiento presenta utilidad clínica para el seguimiento de la salud infantil.

Objetivo: Calcular la talla diana de una población rural del sudeste de España y comparar con la talla final alcanzada.

Métodos: Fueron incluidos 50 jóvenes de 18 a 22 años (44% hombres) y 100 progenitores. La selección de los jóvenes se realizó en 2 fases: 1. Estudio retrospectivo a partir de historias clínicas. 2. Estudio prospectivo: reclutamiento y determinaciones antropométricas. Se calculó talla diana y el desvío de talla.

Resultados: La talla final de los chicos fue de 4,44 cm superior a la talla diana ($p < 0,001$); en chicas fue de 6,37cm superior ($p < 0,001$). La influencia genética difirió entre chicos y chicas, mientras que la talla final de los chicos se asoció sólo con la talla paterna ($r = 0,613$; $p < 0,01$). En las chicas no se presentó asociación significativa con la talla del padre ni de la madre ($p > 0,05$). La edad de mayor correlación con la talla final fue a los 10 años en los chicos ($r = 0,819$) y a los 14 años en las chicas ($r = 0,959$). La obesidad final (IMC) de los chicos se correlacionó con la del padre ($r = 0,575$; $p < 0,01$) y en las chicas con la de la madre ($r = 0,451$; $p < 0,05$).

Conclusiones: La fórmula de talla diana infravalora la talla final de los individuos. Sin embargo, podría ser de interés realizar estudio antropométrico a los 10 años en chicos y 14 años en chicas con el fin de prevenir alteraciones posteriores en talla o peso.

(Nutr Hosp. 2015;31:436-442)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7545

Palabras clave: Crecimiento infantil. Obesidad. Talla. Predicción.

THE HEIGHT TARGET PREDICTION BY THE TANNER METHOD INFRA EVALUATES THE FINAL HEIGHT IN YOUTHS FROM THE RURAL AREA OF SOUTH EAST SPAIN

Abstract

Introduction: Assessing the final height of an individual before the end of the growth has clinical utility for monitoring child health.

Objective: To calculate the target height of a rural population in Southeast Spain and to compare it with the final height.

Methods: A descriptive observational study was performed. 50 young adults were included in the study (44% men) along with 100 biological parents. The selection of young adults was conducted in 2 phases: 1. Retrospective study based on medical records. 2. Prospective study: recruitment and anthropometric measurements. Target size and the size deviation were calculated.

Results: The final height was 4.44 cm and 6.37cm higher than the expected target height for men and for women, respectively ($p < 0.001$). ($p < 0.001$). The genetic influence differed between males and females, while the final height for males was associated with the paternal height ($r = 0.613$, $p < 0.01$), for females, no significant association with the height of the father or the mother was found. The age of the greater correlation with the final height was at 10 ys for boys ($r = 0.819$) and at 14 ys for girls ($r = 0.959$). The males' final obesity degree correlated with the father's BMI ($r = 0.575$, $p < 0.01$) and for girls, with the mother's ($r = 0.451$, $p < 0.05$).

Conclusions: The target height formula underestimates the final size of individuals. It could be useful to perform an anthropometric study at 10 ys in boys and at 14 ys in girls in order to prevent further alterations in size or weight.

(Nutr Hosp. 2015;31:436-442)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7545

Key words: Childhood growth. Obesity. Height. Predicted.

Correspondencia: Rafael Ríos de Moya-Angeler. Centro de Salud La Paca. Servicio Murciano de Salud. c/ Centro de Salud s/n. 30812 La Paca. Lorca (Murcia). E-mail: rrdemoya@yahoo.es

Recibido: 26-IV-2014.
1.ª Revisión: 30-IV-2014.
2.ª Revisión: 19-V-2014.
Aceptado: 16-X-2014.

Abreviaturas

ICMF: Índice carpo-metacarpofalángico.

IMC: Índice de masa corporal.

EC: Edad cronológica.

TMP: Talla media de los padres

Introducción

El crecimiento y el desarrollo constituyen el eje fundamental de la salud integral de un niño, de tal manera que al analizar cómo crece y desarrolla la niñez de un país, se tiene el conocimiento completo de cómo se están llevando a cabo los planes de salud¹⁻⁴. La monitorización del crecimiento infantil tiene, además de utilidad clínica para el seguimiento de la salud infantil, una utilidad social: ya que es mejor indicador de los avances de equidad en el mundo, que los indicadores económicos convencionales^{1,5-6}.

El crecimiento del niño está determinado genéticamente a través de un mecanismo poligénico y es modulado por un conjunto de factores extra-genéticos que por su mecanismo de acción se pueden clasificar en tres tipos: factores permisivos, factores reguladores y factores realizadores u órganos efectores⁷.

Así, el crecimiento es un proceso complejo en el que el aumento de volumen se acompaña de una remodelación morfológica y funcional; por eso, en su evaluación no sólo se debe valorar el incremento de tamaño, a través de las técnicas antropométricas, sino también los cambios cualitativos o madurativos mediante el estudio de la maduración ósea⁸⁻¹¹.

En ocasiones tiene interés completar el estudio del crecimiento y maduración con la predicción de la talla definitiva. Esta predicción puede ser útil para decidir iniciar o no la terapéutica en algunas situaciones de talla baja y para controlar la respuesta al tratamiento. Predecir la talla final de un individuo antes de finalizar el crecimiento es un parámetro de gran utilidad que se puede obtener de forma fiable en diversas situaciones¹².

En la predicción de esta talla final todos los métodos utilizados se basan en tres principios⁷: Primer principio: la talla final depende en gran medida de factores hereditarios y existe un coeficiente de correlación de aproximadamente 0,75 entre la talla final del niño y la talla de los padres. Segundo principio: a partir de los 18 meses, normalmente los individuos se han situado ya en el canal o percentil que van a seguir hasta el final del período de crecimiento. Tercer principio: la maduración ósea es un indicador más preciso que la edad cronológica para conocer el porcentaje de la talla final que se ha alcanzado en un momento determinado.

Entre las numerosas técnicas, las que más se utilizan en la clínica son las siguientes: la estimación de la talla diana¹³, la de la talla relativa o talla proyectada¹⁴, la técnica de Bayley-Pinneau¹⁵, la de Roche, Wainer y Thissen¹⁶, la de Tanner-Whitehouse¹⁷ y el método numérico ICMF¹⁸⁻¹⁹ (Índice carpo metacarpofalángico).

La estimación de la denominada talla diana¹³, talla potencial o talla genética se basa en el primero de los principios enunciados y se calcula a partir de la talla media de los padres. Será la predicción de altura definitiva que alcanzará el niño/a según la talla media de los padres. Su conocimiento es muy útil, ya que permite valorar el potencial genético y sospechar una alteración del crecimiento cuando las predicciones de talla definitiva se alejan de ella de forma persistente en más de dos desviaciones estándar (± 10 cm) y con menos seguridad si la diferencia es superior a 1 DE (± 5 cm).

Teniendo en cuenta la importancia que tiene el factor genético en el determinismo de la talla final de un individuo, los objetivos del presente trabajo son: a) comprobar la correlación que existe entre la talla final del individuo y los datos auxológicos de los progenitores; b) Determinar la mayor o menor influencia de ambos parámetros paternos y maternos en la talla final de la descendencia en una población rural del sudeste de España (Comunidad Autónoma de Murcia).

La hipótesis del trabajo es que esperamos encontrar una correlación entre la talla del padre o la madre o la "talla diana", con la talla final adulta de los niños.

Métodos

Sujetos

Se ha realizado un estudio observacional descriptivo. La población objetivo del estudio estuvo constituida por jóvenes de ambos sexos, de edades comprendidas entre 18 y 22 años²⁰⁻²¹. Todos ellos procedentes del centro de salud de Abanilla (zona rural de la provincia de Murcia). Conformaron el grupo de estudio, un total de 50 sujetos de ambos sexos, 22 hombres (44%) y 28 mujeres (56%), así como sus progenitores (50 padres y 50 madres). Todos ellos, procedentes del Centro de Salud de Abanilla (Murcia).

Selección de la muestra

La selección de los jóvenes se realizó, en 2 fases:

1. Primera fase. Estudio retrospectivo. Se revisaron todas las historias clínicas (hojas de seguimiento del Programa de Atención al Niño, "Salud escolar") de los jóvenes de ambos sexos, de edades comprendidas de 18 a 22 años; seleccionando aquellos que cumplían con todos los criterios de inclusión (peso-talla, a los 6, 10 y 14 años; no padecer ninguna enfermedad crónica que pudiera afectar al desarrollo normal de los jóvenes).

2. Segunda fase. Estudio prospectivo: Captación y reclutamiento. Una vez seleccionada la muestra y siempre antes de la realización del trabajo se les envió a los jóvenes una carta explicando los objetivos del estudio. Se les estimuló para dar su consentimiento y se

les aseguró la confidencialidad de la identidad de los participantes. El mismo llamamiento a la participación se les hizo a los padres. Se contactó con el médico de familia de cada joven explicando los objetivos del estudio y la metodología a seguir.

Pasadas 1-2 semanas desde el envío de las cartas, se contactó telefónicamente con ellos (explicándoles el motivo de la llamada que era pedirles su participación en el estudio). Se les explicó la finalidad del estudio, se les invitó a su participación y se les informó de que recibirían nueva llamada, para concertar una consulta en el centro para realizar las correspondientes exploraciones.

En aquellos casos que dieron su consentimiento tanto a jóvenes como a sus padres, se les practicó un examen físico, que constaba de mediciones antropométricas: peso, talla e IMC (Índice de masa corporal). Se calculó la edad cronológica (EC) que se expresa en años, atendiendo a la fecha de nacimiento en relación con el periodo de estudio.

Antropometría

Jóvenes

La antropometría se realizó en el centro de salud en un espacio (consulta) destinado a tal efecto que reunía las condiciones adecuadas de temperatura (18-22°C) y un ambiente silencioso. El propio médico previamente adiestrado llevaba a cabo las mediciones con el joven descalzo y en ropa ligera.

La talla (m) se midió en bipedestación, se utilizó un tallímetro marca Sayol® de precisión 1 mm (Bascu-las y balanzas Año Sayol, S.L., Barcelona, España). El método de medición fue: el joven se colocó en posición erecta con los pies juntos y descalzo (podía llevar medias o calcetines), con la vista horizontal y los talones apoyados en el suelo. El occipucio, la parte alta de la espalda, las nalgas y los talones debían contactar con el estadiómetro. Los maléolos internos estaban juntos o muy próximos, los brazos y las manos extendidos a lo largo del cuerpo, plano de Frankfurt paralelo al suelo; el explorador extendió el cuello y presionó ligeramente hacia arriba las apófisis mastoides sin que los talones se separasen del suelo, se descendió el plano móvil hasta que contactó con la cabeza. La talla se registró al 1mm más cercano.

El peso se midió con ropa muy ligera (con un número de prendas semejante) y descalzo utilizando una báscula marca Sayol®, cuya precisión es de 100 gramos. Tras colocar al sujeto con los pies juntos sobre la plataforma de la balanza, de cara al examinador y sin estar apoyado en ningún sitio, el peso se registraba a los 100 gramos más cercanos. Índice de masa corporal (IMC). Para valorar la relación peso/talla, se calculó este índice a partir de la fórmula: $\text{Peso (Kg)}/\text{Talla}^2$ (m). Para las edades 6, 10 y 14 años, y final.

Padres

Para el registro del peso y la talla de los padres fueron revisadas las historias clínicas de los padres de los jóvenes seleccionados, siguiendo el mismo método que se siguió para los hijos. La talla y el peso se midieron en bipedestación, con la misma metodología que para los jóvenes.

Cálculo de Talla diana

Conociendo la talla de los padres se calculó talla diana que es la que el niño en teoría alcanzará al final del crecimiento según la talla de los padres. El método más sencillo y utilizado fue el basado, en el cálculo de la talla media ponderada o la talla media de los padres (TMP) (Tanner¹³).

$$\begin{aligned} \text{Talla diana del niño} &= \\ &= (\text{Talla del padre} + \text{talla madre} + 13) / 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Talla diana de la niña} &= \\ &= (\text{Talla del padre} + \text{talla madre} - 13) / 2 \end{aligned}$$

El resultado final se obtiene en cm y tiene una variabilidad de ± 8 cm. La talla diana + 8 cm nos da el percentil 97 y la talla diana - 8cm, nos da el percentil 3.

Posteriormente se calculó el “Desvío de talla” = Talla diana - talla final. Además se determinó el estirón puberal²² (aceleración brusca e intensa del ritmo de crecimiento en longitud) que se produjo en nuestro estudio alrededor de los 12 años en las niñas y entorno a los 14 años en los niños; y la menarquía, determinándose la edad cronológica en el momento de la menarquía.

Análisis estadístico

De todos los parámetros de la muestra, se determinaron los estadísticos descriptivos correspondientes, calculando la media aritmética, la desviación típica, los valores máximos y mínimos de las variables cuantitativas (edad, talla, peso, IMC) y la frecuencia absoluta de las variables cualitativas (sexo). La comparación entre una variable cualitativa y otra cuantitativa se realizó mediante la t de Student. La relación entre dos variables cuantitativas, mediante la prueba de correlación simple.

Resultados

En la población de estudio, la ecuación de Tanner¹³ para el cálculo de la talla diana infravaloró la talla final de los sujetos tanto en los hombres como en las mujeres. Así, la talla final de los hombres fue superior a la talla diana en 4,44 cm ($t=5,13$; $p<0,001$). Mientras que en mujeres la talla final fue superior a la talla diana

Tabla I*Matriz de correlación de la talla de los niños en los diferentes momentos del estudio y con la talla de los padres*

Talla	Sexo	6 años	10 años	14 años	Final	Padre	Madre
6 años	Niños	1					
	Niñas	1					
10 años	Niños	,716**	1				
	Niñas	0,319	1				
14 años	Niños	,755**	,787**	1			
	Niñas	0,35	,654**	1			
Final	Niños	,489*	,819**	,585**	1		
	Niñas	0,321	,608**	,959**	1		
Padre	Niños	0,127	0,267	0,122	,613**	1	
	Niñas	0,166	0,237	0,204	0,2	1	
Madre	Niños	-0,391	-0,102	-0,066	0,078	0,014	1
	Niñas	-0,084	0,348	0,345	0,266	-0,082	1

** P<0,01 *P<0,05. En negrita se representan las máximas correlaciones con la talla final.

en 6,37 cm (t=5,13; p<0,001). Es interesante resaltar que mientras que en los hombres la correlación entre la talla diana y la talla final fue significativa (r=0,561; p<0,01), en el grupo de mujeres esta correlación no alcanzó la significación (r=0,344; p>0,05).

Los resultados obtenidos del análisis de los coeficientes de correlación de familias (Tabla I) muestran que la influencia genética en la talla y en el peso parece diferir entre chicos y chicas, mientras que la talla final de los chicos se asocia significativamente con la talla paterna (r=0,613; p<0,01) y no con la materna (p>0,05). En las chicas no se presentó asociación

significativa con la talla del padre ni de la madre (p>0,05).

En lo que se refiere a la correlación de la talla de los niños y las niñas en los diferentes momentos del estudio (Tabla I). Nuestros resultados indican que mientras en los chicos la edad de mayor correlación con la talla final fue a los 10 años, (r=0,819)(p<0,01). En las mujeres fue a los 14 años, (r=0,959)(p<0,01).

En la tabla II, se representa “la matriz de correlación del IMC de los niños en los diferentes momentos del estudio y con el IMC de los padres”. Al igual que sucedía con la talla, en lo que se refiere al grado de

Tabla II*Matriz de correlación del IMC de los niños en los diferentes momentos del estudio y con el IMC de los padres*

IMC	Sexo	6 años	10 años	14 años	Final	Padre	Madre
6 años	Niños	1					
	Niñas	1					
10 años	Niños	,474*	1				
	Niñas	,6261*	1				
14 años	Niños	,439*	,6951*	1			
	Niñas	,568**	,723**	1			
Final	Niños	,462*	,633**	,597*	1		
	Niñas	,6681*	,684**	,722**	1		
Padre	Niños	,5591*	,6721*	,740**	,757**	1	
	Niñas	0,05	-0,212	-0,203	-0,229	1	
Madre	Niños	-103	0,363	,425*	0,314	0,245	1
	Niñas	,462*	0,363	,471*	,451*	0,031	1

** P<0,01 *P<0,05. En negrita se representan las máximas correlaciones con el IMC final.

Tabla III
Variables descriptivas de la talla en las diferentes edades

<i>Talla</i>		<i>n</i>	<i>6 años</i>	<i>10 años</i>	<i>14 años</i>	<i>Final</i>
Media	Niños	22	120,22	144,86	163,04	174,29
	Niñas	28	118,5	145,48	157,78	161,1
Desviación Estándar	Niños	22	5,57	5,93	8,14	6,5
	Niñas	28	5,39	6,74	5,87	6,53
Valor Mínimo	Niños	22	108	131	143,5	159
	Niñas	28	105	131	145	147
Valor Máximo	Niños	22	129	157	175	187
	Niñas	28	129	158	173	174

obesidad (IMC) las edades de mayor correlación con el IMC final fueron los 10 años en los hombres y los 14 en las mujeres, aunque estas correlaciones fueron de menor magnitud que las obtenidas con la talla. Además, el IMC final de los hombres se correlacionó de forma significativa, con el del padre ($r=0,757$; $p<0,01$), mientras que en las mujeres esta correlación fue significativa con el IMC de la madre ($r=0,451$; $p<0,05$) (Tabla II).

En lo que se refiere a la talla media (cm) en las diferentes edades del estudio (Tabla III) podemos observar que a los 10 años, la talla media de las niñas fue mayor que la de los niños; a los 14 años estos datos se invirtieron siendo las niñas más bajas que los niños, mientras que la talla final media fue mayor en los chicos, con una diferencia de 13,2 cm. En esta población rural la edad media del estirón puberal en los niños fue a los 14,3 años \pm 1,24 y la edad de la menarquía en las niñas a los 12,6 años \pm 1,06.

En lo que se refiere al peso corporal, (Tabla IV), los resultados muestran que hasta los 10 años, tanto los niños como las niñas eran de bajo peso y a partir de los 14 años hasta final del estudio presentaron un peso adecuado. El IMC medio, fue similar entre chicos y chicas en todas las edades del estudio, alcanzando al

final los chicos un IMC medio ligeramente superior al de las mujeres.

Discusión

En la población de estudio, la ecuación de Tanner¹³ para el cálculo de la talla diana infravaloró la talla final de los sujetos tanto en hombres como en mujeres. Estos resultados se asemejan con los resultados de Franchi y cols²³ y contrastan con Bueno y cols²⁴. Es interesante resaltar que mientras que en los hombres la correlación entre la talla diana y la talla final fue significativa, en el grupo de mujeres esta correlación no alcanzó la significación, lo que sugiere que la ecuación de Tanner predice la talla final con menor exactitud en mujeres que en hombres.

Aunque en la práctica clínica el método de Tanner¹³ es la forma habitual de establecer la talla diana, nuestros resultados muestran que en esta población rural del sudeste de España, los cálculos obtenidos por esta metodología dan lugar a una infravaloración de la talla final. Estas diferencias entre la predicción y la talla real podría derivarse del hecho de que esta fórmula no tiene en consideración el llamado fenómeno de “regre-

Tabla IV
Variables descriptivas de IMC en las diferentes edades

<i>IMC</i>		<i>n</i>	<i>6 años</i>	<i>10 años</i>	<i>14 años</i>	<i>Final</i>
Media	Niños	22	16	18	21	21
	Niñas	28	16	18	21	21
Desviación Estándar	Niños	22	1,29	3,04	2,91	2,71
	Niñas	28	1,98	3,04	2,94	2,54
Valor Mínimo	Niños	22	13	12	15	19
	Niñas	28	14	14	16	17
Valor Máximo	Niños	22	19	24	26	29
	Niñas	28	22	24	28	27

sión a la media”, que es el responsable de que los hijos de padres más bajos que la media o de padres más altos que la media no sean tan bajos o tan altos como cabría esperar, sino que tiendan a aproximarse más a la media de la población²⁵

Cuando la talla media de los padres (TMP) se encuentra próxima a la de la población, este método ofrece unos resultados suficientemente precisos para su utilización clínica. En cambio, cuando la TMP se desvía 2 DE o más de la media de la población, la talla del niño tiende a acercarse a la talla poblacional por el fenómeno de regresión a la media²⁶. En estos casos quizás se podría recomendar el uso de una nueva fórmula para correlacionar la talla de los hijos con la de los padres ya ha sido desarrollada por Lúo y cols²⁷ a partir de la talla final de 2.402 niños suecos. Estos autores han propuesto utilizar una modificación de la fórmula de talla diana que, según ellos, es más fiable que la anterior¹³ especialmente, en el caso de niños de padres con talla baja.

Otro resultado interesante del presente trabajo es que cuando se correlacionó la talla de los jóvenes en los diferentes momentos del estudio con la talla final, la edad de mayor correlación fue a los 10 años en chicos, y a los 14 años en chicas. En estas mismas edades también se presentó la máxima correlación con el IMC final, aunque estas correlaciones fueron de menor magnitud que las obtenidas con la talla. Estos resultados sugieren que en la práctica clínica podría ser interesante realizar un estudio antropométrico a los 10 años en los chicos y los 14 en las chicas con el fin de prevenir alteraciones posteriores en talla o peso. Esta medición podría ser de especial utilidad en la prevención de la obesidad, que está aumentando de manera alarmante entre los niños y adolescentes españoles²⁸⁻³⁰.

Llama la atención que mientras en chicos la edad en el que el IMC presentó la máxima correlación con el grado de obesidad final fue a los 10 años, antes del crecimiento puberal; en las chicas, la edad fue a los 14 años, posterior a la edad de la menarquía. Es conocido en la pediatría clásica que cada sujeto tiene su propio «tempus» madurativo para iniciar la pubertad. Se ha descrito que el brote de crecimiento puberal se inicia a edades tan tempranas como los 8-9 años en las niñas y los 10-11 años en los varones³¹⁻³³. En nuestro estudio, la edad de la menarquía fue a los 12,6 años, edad que coincide con la descrita por Fernández y cols³³. Esta situación determina el predominio femenino en talla entre los 11 y 14 años, mientras a los 14 años estos resultados se invirtieron, siendo la talla final mayor en los hombres, lo que coincide con los resultados de Fernández y cols³³.

Los parámetros antropométricos son, en la práctica clínica los indicadores de crecimiento más importantes y la medida periódica del crecimiento constituye un indicador sensible, fácil y económico del estado de salud del niño. La medición de la longitud corporal es el mejor parámetro¹ del crecimiento del esqueleto, ya

que, a diferencia del peso, no está influenciada por el acumulo de grasa o agua.

El análisis de los coeficientes de correlación de familias sugiere que los factores determinantes del crecimiento provienen de ambos progenitores y que cada uno de ellos tiene una injerencia teórica de un 50% en la talla de los hijos -se ha demostrado que usualmente, el potencial genético es determinado en igual medida por ambos padres³⁴. En la literatura médica se describe que en la adolescencia el coeficiente de correlación entre padres e hijos llega ser de 0,7 (en nuestro estudio la correlación de talla del padre con la talla final de los hijos, en los hombres fue de $r=0,613$ y $p<0,01$ - no existiendo correlación con la talla de la madre. En el caso de las mujeres no existe correlación, tanto con la talla de la madre como del padre).

La talla final de un niño que crece en circunstancias favorables va a depender básicamente de los determinantes hereditarios, por lo tanto sería fácil predecir dicha talla, tomando en cuenta únicamente los datos constatables clínicamente de esos factores; como es la talla de los padres, pero la interacción entre herencia y medio ambiente no es lineal, así que es posible encontrar un niño con un genotipo que presenta una velocidad de crecimiento alta y otro que crece a una velocidad de crecimiento más baja y ambos estar en condiciones ambientales adecuadas. Sin embargo, ambos crecerían de forma inadecuada si las condiciones ambientales fueran adversas, tanto los que tiene un genotipo de velocidad de crecimiento alta como el que la tiene de crecimiento más baja³⁵. Esto hace que en la práctica clínica, la realización de pronósticos de talla adulta no resulte tan fácil, y esto nos obliga a ser meticulosos y cautos a la hora de emitir un pronóstico, ya que no sólo nos podemos equivocar al evaluar clínicamente al niño, sino que podemos crear falsas expectativas, tanto por exceso como por defecto.

Es también interesante resaltar que el grado de obesidad final de los chicos, definido por el IMC³⁶⁻³⁷ se correlacionó de forma significativa con el del padre, mientras que en las chicas esta correlación fue significativa con el IMC de la madre. Estas diferencias en correlación podría deberse a una mayor influencia paterna de los hábitos relacionados con la obesidad (actividad física e ingesta en el niño), mientras que la madre presenta una mayor influencia en las hijas³⁸.

Conclusión

El presente trabajo muestra que la formula de la talla diana, nos predice una talla muy inferior a la talla final de los individuos, siendo esta infravaloración mayor en niñas que en los niños, por lo que en la población rural estudiada la formula de talla diana no resulta de utilidad en práctica clínica para el pronóstico de crecimiento. El análisis de los coeficientes de correlación de familias muestra que la influencia genética en el IMC parece diferir entre chicos y chicas, siendo la influen-

cia paterna mayor para los chicos y la materna mayor para las chicas. En la práctica clínica podría resultar de interés realizar un estudio antropométrico a los 10 años en los chicos y los 14 en las chicas con el fin de prevenir alteraciones posteriores en talla o peso.

Referencias

- Sánchez E, Carrascosa A, Fernández JM, Fernández A, López de Lara D, López-Siguero JP. Estudios españoles de crecimiento: situación actual, utilidad y recomendaciones de uso. *An Pediatr (Barc)* 2011; 74(3): 193-16.
- Carrascosa A, Fernández JM, Ferrández A, López-Siguero JP, Sánchez E. *Estudio español de crecimiento 2008* (2008) Ed. Hercu. Barcelona ISBN 978-84-612-3046-4.
- Carrascosa A, Fernández JM, Ferrández A, López-Siguero JP, Sánchez E. *Estudio Transversal Español de Crecimiento 2008*. Barcelona. Pfizer. Ed. Hercu. Barcelona ISBN 978-84-612-3046-4. 2008.
- Ferrández A, Carrascosa A, Sánchez E. *Estudio longitudinal español de crecimiento 1978/2000* (2010) Ed. Hercu. Barcelona ISBN 978-84-613-5384-2.
- Fogel RW. *The Fourth Great Awakening and the Future of Egalitarianism*. Chicago: University of Chicago Press. 2000.
- Fogel RW. *The escape from hunger and premature death, 1700-2100. Europe, America and the Third World*. 2004.
- Hernández M. Fisiología y valoración del crecimiento y la pubertad. *Pediatr Integral* 2007; XI (6): 471-84.
- Ebrí Torné B. Maduración ósea sobre carpo y tarso. Estudio clínico radiológico infantil de 5.225 niños. Zaragoza: Editorial Heraldo de Aragón; 1988.
- Borrajo E. Predicción de talla final. En: Santonja F, Martínez I (Eds). *Valoración Médico-Deportiva del Escolar*. Universidad de Murcia. Murcia. 1992:63-73.
- Ebrí Torné B. Maduración ósea en niños aragoneses. En: Bueno Sánchez M, ed. *Crecimiento y desarrollo humanos y sus trastornos*. Madrid: Ergon; 1993: 60-1
- García de la Rubia S, Santonja F, Pastor A. Valoración de la edad ósea. Su importancia en Medicina del Deporte. *Selección* 1998; 7(3):160-8.
- Ríos R. Evaluación a los nueve años del Programa de Atención al Niño: estudio de factores antropométricos, cardiovasculares y de la columna vertebral. (Tesis doctoral). Universidad de Murcia. 2012.
- Tanner JM *Foetus into Man: Physical Growth from Conception to Maturity*. 2a ed. Cambridge, MA: Harvard University Press. 1989.
- García de la Rubia S y Santonja F. Predicción de talla en deportistas. *Selección* 2001; 10(2): 82-91.
- Bayley N, Pinneau S. Tables for predicting adult height from skeletal age. *J Pediatr* 1952; 40: 423-41.
- Roche AF, Wainer H, Thissen D. The RWT method for prediction of adult stature. *Pediatrics* 1975; 56(6): 1026-30.
- Tanner JM, Whitehouse RH, Marshall WA, Healy MJR, Goldstein H. *Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2method)*, 2a ed. Academic Press. Londres.1983.
- Ebrí Torné B, Ebrí Verde I. Índices numéricos Ebrí-metacarpofalángico y carpiano para el cálculo de la edad ósea y predicción de talla adulta. *An Pediatr (Barc)* 2012; 76(4): 199-213.
- Ebrí Torné B, Ebrí Verde I. Nuevo índice de valoración ósea Ebrí-Carpo-metacarpofalángico y de predicción de talla adulta. *Pediatr Integral* 2012; XVI (10): 822:1-9.
- López de Lara D, Santiago P, Tapia M, Rodríguez MD, Gracia R, Carrascosa A. Valoración del peso, talla, e IMC en niños, adolescentes y adultos jóvenes de la Comunidad Autónoma de Madrid. Comparación con el estudio español de crecimiento 2008. *An Pediatr (Barc)* 2010; 73:305-19.
- Carrascosa A, Fernández JM, Fernández M, López-Siguero JP, López D, Sánchez E, y Grupo Colaborador. Estudios españoles de crecimiento 2010. Disponible en: <http://www.aeped.es/noticias/estudios-espanoles-crecimiento-2010>.
- Ferrández A, Carrascosa A, Audí L, Bager L, Rueda C, Bosch-Castañé J, Gussinyé M, Yeste D, Labarta JI, Mayayo E, Fernández-Cancio M, Albisu MA, Clemente M. Pubertal growth standards according to age at pubertal growth spurt onset. Data from a Spanish longitudinal study including 458 subjects (223 boys and 235 girls). *J Pediatr Endocr Metab* 2009; 22:715-26.
- Franchi S, Hanna ChE, Mandel S. Constitutional delay of growth: Expected versus final adult height. *Pediatrics* 1991; 87: 82-7.
- Bueno G, Ruibal JL, Reverte F, Casado de Frías. Fiabilidad de tres métodos de predicción de talla adulta en un grupo de tallas bajas variantes de la normalidad. *An México, 1996. Esp Pediatr* 1998; 49:27-32.
- Pozo J. Valoración auxológica del crecimiento II. *Pediatr Integral* 2011; XV (7): 691-701.
- Ros Pérez P. Valoración y utilidad de la edad ósea en la práctica clínica. *FAPap* 2011; 4:253-7.
- Luo ZC, Albertsson-Wikland K, Kalberg J. Target height as predicted by parental heights in a population-based study. *Pediatr Res* 1998; 44: 563-71.
- Serra L, Ribas L, Aranceta J, Perez C, Saavedra P. Epidemiología de la obesidad infantil en España. Resultados del estudio enKid (1998-2000). In: Serra-Majem L, Aranceta Bartrina J, editores. *Obesidad infantil y juvenil. Estudio enKid*. Ed Masson. 2001:81-108.
- Valdés J, Royo-Bordonada MA. Prevalence of childhood obesity in Spain; National Health Survey 2006-2007. *Nutr Hosp* 2012;27(1):154-60.
- Pérez C. Current mapping of obesity. *Nutr Hosp* 2013;28(Supl. 5):21-31.
- Sobradillo B, Aguirre A, Arestí U, Bilbao A, Fernández-Ramos C, y cols. Curvas de crecimiento. *Estudios longitudinal y transversal* 2004.
- Carrascosa A, Audí L, Bosch-Castañé J, Gussinyé M, Yeste D, Albisu M y cols. La talla adulta en ambos sexos no está influenciada por la edad de inicio del brote de crecimiento puberal. Datos de un estudio longitudinal de crecimiento en la población de Barcelona. *Med Clin (Barc)* 2008; 130:645-9.
- Fernández A, Bager L, Labarta JL, Labena C, Mayayo E, Puga B y cols. Estudio longitudinal de niños españoles normales desde el nacimiento hasta la edad adulta. Datos antropométricos, puberales, radiológicos e intelectuales. Zaragoza: Fundación Andrea Prader. 2005: 1-259.
- Mahoney CP; Evaluating the child with short stature. *Pediatric Clin North Am* 1987; 34 :825.
- Gutiérrez C, Montero P, Cárdenas H, y cols. Métodos Predictivos de Talla Final. En Calzada León R: *Variantes Normales del Crecimiento. II Encuentro Iberoamericano de Crecimiento*. 1996. Junio 17-21. México D.F. México.
- Rosales Y. Antropometría en el diagnóstico de pacientes obesos; una revisión. *Nutr Hosp* 2012;27(6):1803-09.
- Aguilar MJ, González E, García CJ, García P, Álvarez J, Padilla CA, Mur N. Estudio comparativo de la eficacia del índice de masa corporal y el porcentaje de grasa corporal como métodos para el diagnóstico de sobrepeso y obesidad en población pediátrica. *Nutr Hosp* 2012;27(1):185-91.
- Snoek HM, van Strien T, Janssens JM, Engels RC. Longitudinal relationships between fathers', mothers', and adolescents' restrained eating. *Appetite* 2009; 461-8.



Original/*Valoración nutricional*

Estado de los cuidados alimentarios y nutricionales en los hospitales públicos del Ecuador

Sylvia Gallegos Espinosa¹, Marcelo Nicolalde Cifuentes¹ y Sergio Santana Porbén²

¹Escuela de Nutrición y Dietética. Facultad de Salud Pública. ESPOCH Escuela Politécnica del Chimborazo. Riobamba. Provincia del Chimborazo. República del Ecuador. ²Vicepresidencia. Junta directiva. Sociedad Cubana de Nutrición Clínica y Metabolismo.

Resumen

Justificación: El Estudio ELAN Ecuatoriano de Desnutrición Hospitalaria en los hospitales públicos del Ecuador devolvió una tasa de desnutrición del 37.1% [Gallegos Espinosa S, Nicolalde Cifuentes M, Santana Porbén S; para el Grupo Ecuatoriano de Estudio de la Desnutrición Hospitalaria. Estado de la desnutrición en los hospitales del Ecuador. Nutr Hosp (España) 2014;30:425-35]. La desnutrición hospitalaria podría ser la resultante de prácticas culturales institucionales que afectan el estado nutricional del enfermo.

Objetivos: Presentar el estado corriente de los cuidados alimentarios y nutricionales que se le ofrecen al enfermo atendido en los hospitales públicos del Ecuador.

Material y Método: El estado de los cuidados alimentarios y nutricionales provistos a 5,355 enfermos atendidos en 36 hospitales de 23 provincias del país se documentó mediante la Encuesta de Nutrición Hospitalaria (ENH), conducida dentro del Estudio ELAN. La ENH registró el completamiento de los ejercicios de evaluación nutricional, el estado del uso de la vía oral, el tiempo de ayuno, el uso de suplementos dietéticos orales, y la implementación y conducción de esquemas de Nutrición artificial (Enteral/Parenteral); respectivamente.

Resultados: Menos del 0.1% de las historias clínicas tenía un diagnóstico de desnutrición dentro de las listas de problemas de salud del paciente. Menos de la mitad de los pacientes había sido tallado y pesado al ingreso. La Albúmina sérica y los Conteos Totales de Linfocitos estaban registrados en el momento del ingreso en solo el 13.5% y el 59.2% de las instancias, respectivamente. El valor corriente del Peso solo se anotó en el 59.4% de los pacientes con una estadía³ 15 días. Se indicó algún tipo de suplemento dietético en solo el 3.5% de los pacientes no desnutridos en los que concurrían estrés metabólico significativo y/o ingresos dietéticos disminuidos. A pesar de que se identificaron hasta 10 indicaciones diferentes para el uso de Nutrición artificial en la muestra de estudio, se le administró alguna de estas técnicas a solo el 2.5% (me-

STATE OF FOOD AND NUTRITIONAL CARE IN PUBLIC HOSPITALS OF ECUADOR

Abstract

Rationale: The ELAN Ecuadorian Study of Hospital Malnutrition returned a malnutrition rate of 37.1% in public hospitals of Ecuador [Gallegos Espinosa S, Nicolalde Cifuentes M, Santana Porbén S; para el Grupo Ecuatoriano de Estudio de la Desnutrición Hospitalaria. State of malnutrition in hospitals of Ecuador. Nutr Hosp (España) 2014;30:425-35]. Hospital malnutrition could be the result of institutional cultural practices affecting the patient's nutritional status.

Objectives: To present the current state of food and nutritional care provided to patients assisted in public hospitals of Ecuador.

Material and Method: The state of food and nutritional care provided to 5,355 patients assisted in 36 hospitals of 23 provinces of the country was documented by means of the Hospital Nutrition Survey (HNS), conducted as part of the ELAN Study. HNS recorded the completion of nutritional assessment exercises, the use of food-by-mouth, fasting, use of oral nutritional supplements, and implementation and conduction of Artificial nutritional schemes (Enteral/Parenteral); respectively.

Results: Less than 0.1% of clinical charts had a diagnosis of malnutrition included in the list of the patient's health problems. Less than half of the patients had been measured and weighted on admission. Serum Albumin values and Total Lymphocytes Counts were annotated on admission in only 13.5% and 59.2% of the instances, respectively. Current weight value was registered in only 59.4% of the patients with length of stay³ 15 days. An oral nutritional supplement was prescribed in just 3.5% of non-malnourished patients in which significant metabolic stress and/or reduced food intakes concurred. Although up to 10 different indications for use of Artificial nutrition were identified in the sample study, any of these techniques was administered to just 2.5% (median of

Correspondencia: Sylvia Gallegos Espinosa.
Escuela de Nutrición y Dietética. Facultad de Salud Pública.
ESPOCH Escuela Politécnica del Chimborazo. Riobamba.
Provincia del Chimborazo. República del Ecuador.
E-mail: sylvia10@hotmail.com

Recibido: 2-X-2014.
Aceptado: 3-XI-2014.

diana de los porcentajes observados; rango: 1.3 – 11.9%) de los pacientes encuestados.

Conclusiones: En el momento actual, el estado nutricional del paciente hospitalizado no se incluye dentro de los objetivos terapéuticos, los ejercicios de evaluación nutricional son incompletos, y la Nutrición artificial no se considera una opción terapéutica. De estos hallazgos solo se puede concluir que el nutricionista no ha encontrado cabida dentro del equipo de atención médica. Urge la adopción de las medidas requeridas para insertar las “Buenas Prácticas de Alimentación y Nutrición” dentro de la atención médica en los hospitales públicos del Ecuador.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:443-448)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8178

Palabras clave: *Desnutrición hospitalaria. Estadía hospitalaria. Epidemiología. Calidad de los servicios. Nutrición artificial.*

Introducción

El Estudio ELAN Ecuatoriano de Desnutrición Hospitalaria fue completado en 5,355 pacientes atendidos en 36 hospitales de 23 (de las 24) provincias del país durante el bienio 2011 – 2012. La tasa encontrada de desnutrición hospitalaria fue del 37.1%¹. La desnutrición fue dependiente de la edad y la escolaridad del enfermo; y la presencia de cáncer, sepsis, y falla orgánica crónica. La frecuencia de desnutrición se incrementó a medida que se prolongó la estadía hospitalaria¹.

El Estudio ELAN también previó el relevamiento del estado corriente de los procesos de cuidados alimentarios y nutricionales que se le proveen al paciente durante la hospitalización después de la conducción de la Encuesta de Nutrición Hospitalaria (ENH). Este artículo presenta los resultados observados tras el completamiento de la ENH, y expande y complementa los hallazgos descritos previamente¹.

Material y método

La Encuesta de Nutrición Hospitalaria: Diseño y conducción

El diseño y la conducción de la ENH han sido presentados previamente². Brevemente, los pacientes hospitalizados entre los meses de Noviembre de 2011 y Junio del 2012 fueron tallados y pesados, y el estado nutricional evaluado mediante la Encuesta Subjetiva Global descrita previamente³, y administrada según un documento elaborado *ad hoc*⁴.

La ENH¹ se condujo paralelamente para establecer el estado corriente de los cuidados nutricionales pro-

¹ La ENH fue diseñada por el Comité Científico del ELAN Estudio Latinoamericano de Desnutrición Hospitalaria para uso por los encuestadores locales en los países participantes. Para más detalles: Consulte la referencia 6.

observed percentages; range: 1.3 – 11.9%) of surveyed patients.

Conclusions: Currently, nutritional status of hospitalized patient is not included within therapeutic goals, nutritional assessment exercises are incomplete, and Artificial nutrition is not considered a therapeutic option. From these findings it can only be concluded that the nutritionist still has no place within medical care teams. Adoption of required measures in order to introduce “Food and Nutrition Good Practices” into the medical care in public hospitals of Ecuador is urgently needed.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:443-448)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8178

Key words: *Hospital malnutrition. Length of stay. Epidemiology. Quality of services. Artificial nutrition.*

vistos al enfermo hospitalizado. Mediante la ENH se evaluaron las prácticas existentes en la institución para el diagnóstico y registro de la desnutrición asociada a la enfermedad, la prevención del ayuno hospitalario, y la indicación, inicio y conducción de esquemas de Nutrición artificial.

La ENH fue rellenada después de una auditoría de la historia clínica del paciente ingresado, siguiendo las instrucciones contenidas en el correspondiente PNO Procedimiento Normalizado de Operación⁵.

Los formularios con los datos de las ENH fueron revisados, enmendados, e ingresados en una aplicación creada *ad hoc* con ACCESS 7.0 de OFFICE para WINDOWS (Microsoft, Redmon, Virginia, Estados Unidos).

La base de datos de la ENH fue escrutada para identificar aquellos pacientes en los que se presentó alguna de 10 indicaciones diferentes de intervención nutricional: Pacientes no desnutridos, pero con estrés moderado/elevado y/o ingresos disminuidos, Suspensión de la vía oral, Ayunos de 5 (o más) días de duración, Pérdida de peso > 20%, Presencia de infección, Presencia de cáncer, Presencia de falla orgánica crónica, Puntajes B/C de la ESG, Cirugía completada, En los pacientes operados: SPO >= 5 días; y Estadía hospitalaria >= 15 días; respectivamente.

Construcción de estándares e indicadores de calidad

La elaboración de juicios sobre el estado actual de los cuidados nutricionales hospitalarios implica la existencia de estándares representativos de lo que serían las “Buenas Prácticas de Alimentación y Nutrición”. Tales prácticas han sido formuladas explícitamente²; o pueden derivarse como el complemento de las conductas institucionales no deseadas que se han descrito en todas partes⁷.

Un estándar es una declaración general de lo que sería una conducta deseable dentro del proceso de

cuidados nutricionales del enfermo hospitalizado, en concordancia con las “Buenas Prácticas”. Definido el estándar, éste se tradujo en los correspondientes indicadores de calidad. A cada indicador se le acopló una especificación de calidad en forma de un número definitivo del comportamiento esperado del indicador en cuestión⁸. De esta manera, se construyeron 20 indicadores distribuidos en 4 estándares para cubrir tópicos relativos a la evaluación nutricional del enfermo hospitalizado, la prescripción dietética hospitalaria, la ocurrencia de ayuno involuntario, el uso de suplementos nutricionales orales, y la implementación y conducción de esquemas de Nutrición artificial (Enteral/Parenteral).

Los valores corrientes de los indicadores de calidad del proceso en cuestión se estimaron de los datos anotados localmente en los formularios de la ENH. El valor estimado del indicador de calidad se contrastó con la especificación correspondiente, y se denotó el indicador como satisfactorio si el valor estimado era igual o mayor que la especificación pertinente².

Dada la naturaleza descriptiva de este estudio, no se aplicaron técnicas de inferencia estadística para evaluar la naturaleza de las asociaciones que pudieran sugerirse del examen de los hallazgos.

Resultados

La tabla I muestra la distribución de la serie de estudio según las indicaciones apuntadas para la implementación de esquemas de apoyo nutricional. La mediana de las categorías fue del 9.3%. Los estimados entre-categorías de la indicación de apoyo nutricional oscilaron entre el 3.4% (correspondiente a los pacientes en los que se había establecido la presencia de cáncer) y el 37.1% (que fue la proporción de enfermos que fueron denotados con puntajes B/C de la ESG).

La tabla II muestra el estado de los procesos hospitalarios de cuidados alimentarios y nutricionales, descrito mediante los indicadores avanzados previamente.

Respecto de la evaluación nutricional

Existían balanzas a menos de 50 metros de la cama del paciente en el 60.0% de las instancias. Sin embargo, el paciente fue tallado y pesado al ingreso en menos de la mitad de las ocasiones. Igualmente, el valor prospectivo del Peso fue registrado en apenas el 60.0% de los pacientes que acumulaban 15 días (o más) de estadía hospitalaria.

En menos del 0.1% de las historias clínicas auditadas (en definitiva, solo fueron 3 historias de las 5,355 examinadas en los hospitales encuestados durante el

² Los indicadores de calidad se trazaron hasta las citas bibliográficas que establecían su pertinencia. Las citas se muestran en la referencia 2.

Estudio ELAN) se había incluido el diagnóstico de desnutrición dentro de la lista de problemas de salud elaborada dentro de las 72 horas siguientes al ingreso del enfermo.

Los valores iniciales de Albúmina sérica solo se habían anotado en poco más de la décima parte de las historias encuestadas. Por su parte, los Conteos Totales de Linfocitos en el momento del ingreso estaban registrados en el 59.2% de las historias.

El registro prospectivo de estos indicadores bioquímicos del estado nutricional del enfermo fue insuficiente, al comprobar que solo el 10.8% de las historias contaba con un valor adicional de Albúmina sérica en los pacientes con estadías ≥ 15 días; mientras que en poco más de la cuarta parte de ellas se encontraba un segundo Conteo de Linfocitos. Estos hallazgos son más contraproducentes por cuanto este subgrupo de enfermos solo representó menos del 10% de la serie de estudio.

Tabla I

Pacientes en la base de datos de la Encuesta de Nutrición Hospitalaria que llenaron alguna de las 10 indicaciones de apoyo nutricional. Los resultados en cada categoría se presentan como el número de enfermos, junto con los porcentajes respecto del tamaño muestral

<i>Categoría</i>	<i>Hallazgos</i>
Pacientes no desnutridos, pero con estrés moderado/elevado y/o ingresos disminuidos	1,450 [27.1]
Suspensión de la vía oral	480 [9.0]
Ayunos de 5 (o más) días de duración	192 [3.6]
Pérdida de peso > 20%	246 [4.6]
Presencia de infección	1,338 [25.0]
Presencia de cáncer	180 [3.4]
Presencia de falla orgánica crónica	438 [8.2]
Puntajes B/C de la ESG	1,984 [37.1]
Cirugía completada	1,196 [22.4]
• De ellos: SPO ≥ 5 días [§]	23 [1.9]
Estadía ≥ 15 días	516 [9.6]

[§]Limitado a los 1,197 pacientes en los que se completó el plan quirúrgico.

Tamaño de la serie: 5,355.

Fuente: Registros del Estudio ELAN Ecuatoriano de Desnutrición Hospitalaria.

Fecha de cierre de los registros: 31 de Diciembre del 2012.

Tabla II

Estado de los estándares descriptivos de los procesos auditados de cuidados nutricionales del paciente hospitalizado

<i>Estándar</i>	<i>Valor corriente del indicador</i>
Estándar 1. Respecto de la evaluación nutricional del paciente:	
• Deben existir balanzas a menos de 50 metros de la cama del paciente.	60.0
• El paciente debe ser tallado y pesado en el momento del ingreso institucional.	45.3
• En todo paciente con 15 días (o más) de estadía institucional: Debe registrarse periódicamente el peso del paciente. Se recomienda una frecuencia semanal de registro.	59.4
• Si está presente: Debe documentarse en la Historia Clínica del paciente el diagnóstico de desnutrición en cualquier momento dentro de las primeras 72 horas siguientes al ingreso institucional.	0.07
• Deben estar registrados en la Historia Clínica del paciente los valores (iniciales) de Albúmina sérica en cualquier momento dentro de las primeras 72 horas siguientes al ingreso institucional.	13.5
• Deben estar registrados en la Historia Clínica del paciente los Conteos Totales (iniciales) de Linfocitos en cualquier momento dentro de las primeras 72 horas siguientes al ingreso institucional.	59.2
• En todo paciente con 15 días (o más) de estadía institucional: Deben registrarse periódicamente los valores de la Albúmina sérica. Se recomienda una frecuencia quincenal de monitoreo.	10.8
• En todo paciente con 15 días (o más) de estadía institucional: Deben registrarse periódicamente los Conteos Totales de Linfocitos. Se recomienda una frecuencia semanal de monitoreo.	27.2
Estándar 2. Respecto de las indicaciones dietoterapéuticas hechas al paciente:	
	<i>No evaluado</i>
• La dieta prescrita al paciente debe corresponderse con la condición actual de salud, y estar en capacidad de satisfacer las necesidades nutrimentales que estén incrementadas por situaciones concurrentes de estrés metabólico.	
Estándar 3. Respecto del uso de suplementos nutricionales orales:	
• Pacientes no desnutridos, pero que reciben suplementación nutricional para sostener el estado nutricional debido a: Estrés metabólico moderado/elevado, Ingresos dietéticos disminuidos.	3.5
Estándar 4. Respecto de la necesidad de intervención nutricional:	
• Pacientes con vía oral suspendida en el momento de la ENH que tenían instalado algún tipo de esquema de apoyo nutricional (Enteral/Parenteral).	9.2
• Pacientes con ayuno ≥ 5 días que tenían instalado algún tipo de esquema de apoyo nutricional (Enteral/Parenteral).	11.9
• Pacientes con pérdida de peso $\geq 20\%$ que tenían instalado algún tipo de esquema de apoyo nutricional (Enteral/Parenteral).	2.4
• Pacientes con diagnóstico de infección que tenían instalado algún tipo de esquema de apoyo nutricional (Enteral/Parenteral).	1.3
• Pacientes con diagnóstico de cáncer que tenían instalado algún tipo de esquema de apoyo nutricional (Enteral/Parenteral).	5.6
• Pacientes con diagnóstico de enfermedad orgánica crónica (cardíaca/renal/respiratoria/hepática) que tenían instalado algún tipo de esquema de apoyo nutricional (Enteral/Parenteral).	1.4
• Pacientes con un programa quirúrgico completado que tenían instalado algún tipo de esquema de apoyo nutricional (Enteral/Parenteral).	2.2
• De ellos: Pacientes con ≥ 5 días de realizada una operación quirúrgica que tenían instalado algún tipo de esquema de apoyo nutricional (Enteral/Parenteral).	4.3
• Pacientes con ≥ 15 días de estadía hospitalaria que tenían instalado algún tipo de esquema de apoyo nutricional (Enteral/Parenteral).	2.1
• Pacientes con puntajes B/C después de aplicada la ESG que tenían instalado algún tipo de esquema de apoyo nutricional (Enteral/Parenteral).	2.5

Tamaño de la serie: 5,355.

Fuente: Registros del Estudio ELAN Ecuatoriano de Desnutrición Hospitalaria.

Fecha de cierre de los registros: 31 de Diciembre del 2012.

Sobre el uso de suplementos nutricionales orales

Se ha recomendado el uso de suplementos nutricionales orales en aquellos pacientes no desnutridos, pero que muestran una curva estancada de ganancia de peso, o que tienen dificultades para sostener el peso corporal del solo uso de la vía oral con alimentos. Si bien esta subpoblación representó poco más de la quinta parte de la serie de estudio, menos del 5.0% de ellos recibía un suplemento nutricional oral en el momento de la encuesta.

Sobre el uso de la Nutrición artificial

La tasa de uso de las técnicas de Nutrición artificial fue del 2.4% (mediana de 9 categorías; mínimo: 1.3%; máximo: 11.9%), a pesar del pequeño tamaño de las subpoblaciones necesitadas de apoyo nutricional. Ninguna de las técnicas de Nutrición artificial sobrepasó a la otra en la tasa de uso: *Nutrición enteral*: 1.2% vs. *Nutrición parenteral*: 1.6% (mediana de las 9 categorías; $p > 0.05$; test de Mann-Whitney para muestras independientes).

Discusión

El presente trabajo ha presentado el estado de la provisión de cuidados alimentarios y nutricionales al paciente atendido en hospitales públicos del Ecuador, documentado tras el completamiento de la ENH, conducida dentro del Estudio ELAN.

El Estudio ELAN ha representado una oportunidad única para revelar cómo se conducen cotidianamente los procesos que resultan en el reconocimiento de la desnutrición, el uso de la vía oral, la indicación de suplementos nutricionales orales, y la implementación y gestión de los esquemas de Nutrición artificial. Resulta llamativo que en solo 3 de las 5,355 historias clínicas auditadas se haya recogido el diagnóstico de desnutrición. También llama la atención que en muchas instancias no se haya registrado la Talla y el Peso del enfermo en el acto del ingreso, datos éstos mínimamente requeridos para la confección de la historia clínica y la evaluación del impacto de la enfermedad sobre el estado de salud del paciente. Asimismo, es preocupante que no se indiquen ni se anoten los valores de Albúmina sérica o los Conteos Totales de Linfocitos, indicadores tradicionales del estado nutricional cuya interpretación contextualizada pudiera superar las limitaciones semióticas que siempre se le han achacado.

El estado de las intervenciones nutricionales conducidas en los pacientes hospitalizados no fue menos alarmante. En correspondencia con reportes anteriores, el tamaño de las subpoblaciones necesitadas de apoyo nutricional no fue “grande”². Excepción hecha de los pacientes denotados como “Desnutrido” mediante la ESG, el número de enfermos en los que concurría una

indicación de apoyo nutricional interesó (a lo sumo) el 25.0% de la serie de estudio (el caso de la infección). Aún así, solo una fracción pequeña (tan pequeña que pudiera calificarse como simbólica) se benefició de técnicas especificadas de repleción nutricional. La permanencia en el hospital no significó un mejor cuidado nutricional del enfermo, cuando se examinaron los indicadores propuestos en este estudio para calificar los cuidados alimentarios y nutricionales en los pacientes con una estadía de 15 días (o más).

La situación descrita en este trabajo no es exclusiva de los hospitales del Ecuador. Abundan los reportes sobre la deficiente atención nutricional del paciente asistido en centros médicos de los países de casi todo el mundo⁹. Por consiguiente, no se trata tanto de describir una y otra vez un fenómeno epidemiológico, por más singular que sea su forma de presentación, como de proponer políticas y estrategias para la corrección y eventual prevención del mismo.

Se ha expuesto un modelo para exponer los determinantes del estado corriente de los cuidados alimentarios y nutricionales al paciente hospitalizado¹⁰. Estos determinantes se han agrupado en 3 dominios de los cuales el estado del conocimiento del personal médico y paramédico en temas de Alimentación y Nutrición se revela como el más poderoso. La falla en incorporar en el médico de asistencia (y por extensión los restantes integrantes del equipo de atención) conocimientos sólidos en Nutrición clínica y hospitalaria, Nutrición artificial, Apoyo nutricional y Metabolismo puede explicar, en parte, la falla en reconocer tempranamente, y tratar oportunamente, la desnutrición concurrente con la enfermedad¹¹⁻¹³. La implementación de formas de educación continuada de posgrado en las disciplinas antes mencionadas orientadas a los distintos integrantes de los grupos básicos de trabajo y diseñadas específicamente según las respectivas formaciones curriculares, se hacen imprescindibles en el ámbito hospitalario para llenar estos hiatos cognoscitivos¹⁴. La inculturación de tales conocimientos puede no solo influir sobre la calidad percibida de los servicios de salud, sino además, sobre la gestión de las instituciones hospitalarias¹⁵.

No obstante lo anterior, otra circunstancia ha emergido con fuerza singular en años recientes. El hospital se ha desdibujado como el ente articulador de los cuidados de salud, como consecuencia de recortes fiscales y presupuestarios de todo tipo, demandas incrementadas de asistencia médica de alto valor agregado humano y tecnológico, y la puesta a punto de estrategias ambulatorias de tratamiento que minimizan (cuando no excluyen) el ingreso institucional¹⁶⁻¹⁷. Para que sean exitosas, las terapias nutricionales requieren de tiempos prolongados de conducción, y tal vez el hospital ya no sea el lugar donde el paciente deba recibir las mismas. Aún así, la comunidad médica debe trascender viejos paradigmas, y reinsertar los cuidados alimentarios y nutricionales en cada una de las etapas del tratamiento médico-quirúrgico, independientemente del ámbito en

que éstas se realicen. El apoyo nutricional a domicilio debe ser promovido como el nuevo modelo de intervención nutricional que asegure la mejor respuesta del paciente al tratamiento médico-quirúrgico, y con ello, la contención de costos, y una calidad mejor percibida de la asistencia médica¹⁸.

Limitaciones del estudio

El diseño de la ENH debería expandirse para indagar sobre el estado de la prescripción dietética como la primera (y principal) intervención alimentaria, nutricional y metabólica en el paciente hospitalizado. Existen razones para afirmar que, en el presente estado de cosas, el acto de la prescripción dietética no se corresponde con la situación clínico-metabólica del enfermo, ni satisface las necesidades nutrimentales del mismo. En un reporte anterior, se observó que la prescripción dietética hospitalaria no informaba sobre la composición nutrimental de la dieta indicada al paciente encuestado, ni tampoco sobre la textura/consistencia de los alimentos servidos¹⁹. La situación no había experimentado cambios 10 años después, si se juzga de los resultados observados en un hospital terciario de la ciudad de La Habana²⁰.

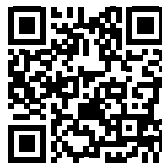
Conclusiones

El Estudio ELAN ha revelado una tasa de desnutrición hospitalaria del 37.1%, tras el completamiento de la encuesta en 5,355 pacientes atendidos en 36 hospitales de 23 (de las 24) provincias del país. Sin embargo, la desnutrición se anotó como un problema independiente de salud en solo 3 de las historias; la Talla y el Peso se registraron en el momento del ingreso en menos de la mitad de los enfermos, y la Albúmina sérica y los Conteos Totales de Linfocitos fueron relegados como indicadores nutricionales. El uso de técnicas de suplementación nutricional oral y Nutrición artificial fue (a lo sumo) simbólico. La prolongación de la estadía hospitalaria no significó un mejor cuidado alimentario y nutricional del enfermo. Estos resultados obligan a indagar en la dinámica hospitalaria a los fines de (re)insertar los cuidados alimentarios y nutricionales dentro de la atención integral del enfermo hospitalizado.

Referencias

1. Gallegos Espinosa S, Nicolalde Cifuentes M, Santana Porbén S; para el Grupo Ecuatoriano de Estudio de la Desnutrición Hospitalaria. Estado de la desnutrición en los hospitales del Ecuador. *Nutrición Hospitalaria [España]* 2014;30:425-35.
2. Santana Porbén S, for the Cuban Group for the Study of Hospital Malnutrition. The state of the provision of nutritional care

- to hospitalized patients. Results from The Elan-Cuba Study. *Clinical Nutrition* 2006;25:1015-29.
3. Detsky AS, McLaughlin JR, Baker JP, Johnston N, Whittaker S, Mendelson RA, Jeejeebhoy KH. What is subjective global assessment of nutritional status? *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1987;11:8-13. Reimpreso después en: *Nutrición Hospitalaria [España]* 2008;23:395-407.
4. SPO 2.011.98: Evaluación Subjetiva Global del estado nutricional del paciente hospitalizado. *Manual de Procedimientos. Grupo de Apoyo Nutricional. Hospital Clínico-Quirúrgico "Hermanos Ameijeiras"*. Tercera Edición. La Habana: 2012.
5. SPO 3.001.98: Encuesta de Nutrición Hospitalaria. *Manual de Procedimientos. Grupo de Apoyo Nutricional. Hospital Clínico-Quirúrgico "Hermanos Ameijeiras"*. Tercera Edición. La Habana: 2012.
6. Correia MITD, Campos ACL. Prevalence of hospital malnutrition in Latin America: The multicenter ELAN Study. *Nutrition* 2003;19:823-5.
7. Butterworth CE. The skeleton in the hospital closet. *Nutrition Today* 1974;9:4-8. Reimpreso más tarde en: *Nutrition* 1994;10:435-41; y *Nutrición Hospitalaria [España]* 2005;20:298-309.
8. Santana Porbén S. Sistema de control y aseguramiento de la calidad. Su lugar dentro de un programa de intervención alimentaria, nutrimental y metabólica. *Nutrición Hospitalaria [España]* 2012;27:894-907.
9. Santana Porbén S, Ferraresi E. La epidemiología de la desnutrición hospitalaria. *Publicación científica RNC sobre Nutrición clínica* 2009;18:101-17.
10. Santana Porbén S. Estado de la Nutrición artificial en Cuba. Lecciones del Estudio Cubano de Desnutrición hospitalaria. *Íbidem* 2009;17:37-47.
11. González Benítez M. Estado del conocimiento del personal de Enfermería sobre temas de Nutrición clínica. *RCAN Rev Cubana Aliment Nutr* 2013;23: 44-64.
12. Garcés García-Espinosa L, Santana Porbén S, Barreto Penié J, Gutiérrez Rojas AR, Argüelles Barreto D, Díaz Hernández JM, et al. Estado de los conocimientos sobre Alimentación y Nutrición entre los médicos de un hospital verticalizado en la atención de adultos. *Íbidem* 2012;22:246-56.
13. Goiburú ME, Alonzo LF, Aranda AL, Rivero MF, et al. Nivel de conocimiento en Nutrición clínica en miembros del equipo de salud de hospitales universitarios del Paraguay. *Nutrición Hospitalaria [España]* 2006;21:591-5.
14. Santana Porbén S, Barreto Penié J. Sistema de Educación Continuada en Nutrición Clínica, Nutrición Artificial y Apoyo Nutricional; su lugar dentro de un Programa de Intervención Alimentaria, Nutricional y Metabólica. *Íbidem* 2009;24:548-57.
15. Gigato Mesa E, Hernández Gigato ME, Martínez Sarmiento D, Aguilar Pérez MD. Impacto de un programa de capacitación en nutrición sobre la atención de enfermería en el cuidado del paciente crítico. *RCAN Rev Cubana Aliment Nutr* 2014;24(1):35-49.
16. McKee M, Healy J. The role of the hospital in a changing environment. *Bull World Health Organ* 2000;78:803-10.
17. Preker A, Harding A. The economics of hospital reform: From hierarchical to market-based incentives. *World Hosp Health Serv* 2003;39:3-10,42,44.
18. Casasola S, Ferraresi Zarranz EM. Soporte nutricional a domicilio: ¿El paradigma último de la provisión de cuidados nutricionales al enfermo? *RCAN Rev Cubana Aliment Nutr* 2011;21(2):303-21.
19. Santana Porbén S. Estado de la prescripción dietética en los hospitales cubanos ¿A cada quién según sus necesidades? *Publicación científica RNC sobre Nutrición clínica* 2009;18:69-84.
20. Garcés García-Espinosa L, Santana Porbén S, Barreto Penié J, Gutiérrez Rojas AR, Argüelles Barreto D, Díaz Hernández JM, et al. Estado de la prescripción dietética en un hospital clínico quirúrgico terciario. *RCAN Rev Cubana Aliment Nutr* 2012;22:228-45.



Original/*Valoración nutricional*

Hábitos alimentarios y conductas relacionadas con la salud en una población universitaria

Violeida Sánchez Socarrás^{1,2} y Alicia Aguilar Martínez¹

¹Departamento de Ciencias de la Salud. Universitat Oberta de Catalunya. ²Estudios Universitarios de Ciencias de la Salud. Fundació Universitària del Bages. España.

Resumen

Introducción: La población universitaria se considera un colectivo especialmente vulnerable desde el punto de vista nutricional ya que comienza a responsabilizarse de su alimentación y atraviesa un período crítico en la consolidación de hábitos y conductas alimentarias. Estudios previos ponen en evidencia el alejamiento de patrones alimentarios saludables y la necesidad de desarrollar acciones de educación e intervención nutricional.

Objetivos: Analizar hábitos y conductas relacionadas con la alimentación en una población universitaria en Cataluña como punto de partida para desarrollar estrategias efectivas en la promoción de la salud.

Metodología: Estudio observacional transversal descriptivo de hábitos alimentarios y conductas relacionadas con la alimentación (consumo de alcohol, tabaco y actividad física) en estudiantes universitarios de Cataluña.

Resultados: La comida y la cena en casa resultaron las comidas imprescindibles de los estudiantes encuestados mientras el desayuno y la merienda se omitían aproximadamente en un 20% de los casos. El patrón dietético obtenido se caracterizó por un consumo excesivo de carnes rojas (84%) y un consumo deficiente o muy deficiente de verduras (39,8%), cereales (92,6%) y frutas (73,9%). El consumo de alcohol en general resultó escaso, siendo la cerveza la bebida más consumida y la mayor parte afirmaron también no ser fumadores habituales. Entre los fumadores habituales predominaron las mujeres. Un número considerable de estudiantes acostumbraban a realizar actividad física moderada o intensa tres o más veces a la semana, a pesar de que una proporción similar no suele realizar ningún tipo de actividad física de manera habitual.

Discusión y conclusiones: En la población estudiada se detectan conductas alimentarias que se alejan de las recomendaciones de la Dieta Mediterránea: un escaso consumo de frutas y verduras, un aumento en el consumo de productos lácteos y un predominio en el consumo de carnes rojas frente a las carnes blancas, en un elevado

FOOD HABITS AND HEALTH-RELATED BEHAVIORS IN A UNIVERSITY POPULATION

Abstract

Introduction: The university population is considered a particularly vulnerable group from the nutritional point of view as it begins to take responsibility for their food and going through a critical period in the consolidation of habits and food-related behaviors. Previous studies highlight the loss of healthy dietary patterns and the need to develop educational and nutritional interventions.

Objectives: To analyze habits and food-related behaviors in a university population in Catalonia as a starting point to develop effective strategies for health promotion.

Methods: Cross-sectional observational study of dietary habits and food-related behaviors (alcohol, tobacco and physical activity) in Catalan university students.

Results: Lunch and dinner at home were the essential meals of the surveyed students while breakfast and afternoon snack were omitted about 20% of cases. The obtained dietary pattern was characterized by an excessive consumption of red meat (84%) and poor or very poor consumption of vegetables (39.8%), cereals (92.6%) and fruit (73.9%).

The consumption of alcohol was low, and the most consumed beverage was beer. The majority of students reported not being regular smokers. Among regular smokers predominated women. Alcohol consumption was also low and beer was the most consumed beverage. A considerable number of students were used to performing moderate or intense physical activity three or more times a week, although a similar proportion not perform any physical activity regularly.

Discussion and Conclusions: In the studied population, food habits that deviate from the recommendations of the Mediterranean Diet are detected in a large number of students: low consumption of fruits and vegetables, increased consumption of dairy products and a predominance in the consumption of red meat in

Correspondencia: Violeida Sánchez Socarrás.
Calle Barcelon, Nº 73A, piso 4º puerta 6ª.
08242 Manresa, provincia de Barcelona.
E-mail: vsanchez@fub.edu

Recibido: 7-III-2014.

1.ª Revisión: 6-V-2014.

2.ª Revisión: 18-V-2014.

Aceptado: 18-IX-2014.

número de estudiantes, en línea con los cambios ocurridos en los últimos años tanto en España como en el resto de los países industrializados.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:449-457)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7412

Palabras clave: *Hábitos alimentarios. Estudiantes. Educación nutricional. Dieta Mediterránea.*

Abreviaturas

FUB: Fundació Universitària del Bages.

CFCA: Cuestionario de Frecuencia de Consumo de Alimentos.

DM: Dieta Mediterránea.

Introducción

La alimentación es uno de los factores con mayor influencia en la salud. Realizar una dieta suficiente, equilibrada y adaptada a las necesidades en las diferentes etapas de la vida, garantiza un adecuado crecimiento físico, facilita el desarrollo psicológico, ayuda en la prevención de enfermedades y favorece un estado óptimo de salud¹.

En la infancia, comienzan a instaurarse unos hábitos alimentarios que se irán consolidando y que en su mayor parte se mantendrán en la edad adulta², durante esta etapa, el hogar familiar y la escuela son los espacios con mayor influencia sobre la adquisición de hábitos y conocimientos sobre salud y nutrición. En la adolescencia y al inicio de la juventud, la familia va perdiendo relevancia en la alimentación y los hábitos alimentarios se ven más influenciados por las preferencias individuales, los cambios derivados de una mayor independencia o los patrones estéticos, fundamentalmente en el sexo femenino³.

Así, la población universitaria, con edades comprendidas entre los 18 y los 23 años, se considera un colectivo especialmente vulnerable desde el punto de vista nutricional ya que comienza a responsabilizarse de su alimentación y atraviesa un período crítico en la consolidación de hábitos y conductas alimentarias, importantes para la salud futura⁴⁻⁶.

Estudios previos sobre hábitos alimentarios en estudiantes universitarios⁷⁻¹⁴, ponen en evidencia el alejamiento de patrones alimentarios saludables⁷⁻⁹: la dieta no suele ser suficiente para cubrir sus necesidades nutricionales, sobre todo en relación con el aporte de micronutrientes¹⁰⁻¹², no suelen desayunar adecuadamente¹³ o que acostumbran a alimentarse peor durante los períodos de examen^{11,15}. La prevalencia de hábitos alimentarios inadecuados, unido al seguimiento de dietas de adelgazamiento destinadas a satisfacer la preocupación por la figura, unido a la tendencia al sedentarismo; constituyen factores de riesgo en la aparición del sobrepeso y de los trastornos de la conducta alimentaria^{14,16}.

front of poultry. These changes are in line with those that occurred in recent years in Spain and in other industrialized countries.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:449-457)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7412

Key words: *Food Habits. Students. Nutritional Education. Mediterranean Diet.*

En los últimos años, la población general de los países desarrollados ha experimentado un proceso de transición nutricional, caracterizado por modificaciones importantes en alimentación, que en la población juvenil española se manifiesta en el abandono de un patrón dietético equilibrado y una pérdida de adherencia a la Dieta Mediterránea^{8,17}. La disponibilidad de alimentos de alta densidad calórica a coste relativamente bajo, los hábitos sociales o culturales y el ritmo de vida acelerado, entre otros factores, han provocado un aumento en el consumo de alimentos altamente energéticos, a expensas de proteínas de origen animal y de grasas^{18,19}.

Para desarrollar acciones de educación e intervención nutricional, encaminadas a introducir posibles modificaciones en la conducta alimentaria de los estudiantes universitarios, es imprescindible determinar cuáles son los hábitos alimentarios predominantes. El objetivo de este estudio es describir hábitos y conductas relacionadas con la alimentación en una población universitaria en Cataluña, así como identificar la existencia de conductas inadecuadas relacionadas con la alimentación, como punto de partida para desarrollar estrategias efectivas en la promoción de la salud.

Metodología

Se planteó un estudio observacional transversal descriptivo de los hábitos alimentarios y conductas relacionadas con la alimentación en los estudiantes de la Fundación Universitaria del Bages (FUB), en Cataluña.

La población diana estuvo constituida por los 1399 estudiantes que entre noviembre del 2012 y enero del 2013, recibieron por correo electrónico el enlace para responder una encuesta on-line autoadministrada que incluía datos generales (edad y sexo), vínculo con la comunidad universitaria de la FUB (estudios matriculados), hábitos alimentarios (frecuencia, lugar y compañía en las que los estudiantes realizan las principales comidas del día), hábitos (consumo de tabaco y alcohol), actividad física y un cuestionario corto de frecuencia de consumo de alimentos (CFCA), validado previamente en una población similar, que incluía 45 ítems en una lista cerrada de alimentos, para responder la frecuencia de consumo semanal y mensual de seis grupos de alimentos²⁰.

Para la evaluación de la actividad física se utilizó un cuestionario internacional de actividad física en formato corto auto administrado de los últimos 7 días,



Fig. 1.—Distribución porcentual de la muestra, según su vínculo con la comunidad universitaria (estudios universitarios matriculados)

recomendado para utilizar en adultos jóvenes y de mediana edad²¹.

Para el análisis del consumo de alimentos se contrastaron los resultados con las recomendaciones de las guías alimentarias referentes a la nueva propuesta de la Dieta Mediterránea²². A partir del consumo reportado en el CFCA, se calculó el porcentaje de adecuación del consumo a las recomendaciones para los diferentes grupos de alimentos, según si era el recomendado, superior o inferior.

El análisis estadístico del cuestionario se realizó a través del programa SPSS versión 15.0 para Windows.

Resultados

Una vez eliminadas las encuestas incompletas, la muestra quedó constituida por 188 estudiantes univer-

sitarios, 124 mujeres (66%) y 64 hombres (34%), con edades comprendidas entre los 17 y los 44 años y una edad media de 21.73 +/-4,5 años; pertenecientes a todos los estudios de grado que oferta la FUB (Fig. 1).

En la tabla I, se muestra un resumen de los resultados obtenidos en relación a la frecuencia, compañía y lugar de realización de las principales comidas. La comida y la cena resultaron ser las dos comidas imprescindibles de los estudiantes encuestados. Aunque la mayoría reconocía desayunar y merendar, se encontró que el 21,8% no merendaba, así como una omisión frecuente o habitual del desayuno en más del 20% de los universitarios.

Los estudiantes encuestados apuntaron, además, de forma mayoritaria, realizar todas las comidas del día en casa. Aunque alrededor del 20% afirmaban comer y cenar solos y este porcentaje se elevaba hasta el 51% en el caso del desayuno. Otro resultado a destacar es que el 78,1% en el caso de los hombres y 72,6% en de

Tabla I			
<i>Distribución de la muestra, según la frecuencia, compañía y lugar de realización de las principales comidas</i>			
	<i>Desayuno n (%)</i>	<i>Comida n (%)</i>	<i>Cena n (%)</i>
<i>Frecuencia</i>			
Nunca o casi nunca	40 (21,3 %)	0	0
Siempre o casi siempre	130 (69,1 %)	187 (99,4 %)	185 (98,4 %)
<i>Lugar</i>			
Casa	132 (70,2%)	164 (87,2%)	174 (92,6%)
Bar FUB	35 (18,6%)	6 (3,2%)	0
Bar no FUB	2 (1,1%)	0	0
Residencia estudiantes	9 (4,8%)	14 (7,4%)	13 (6,9%)
Otros	10 (5,3%)	4 (2,1%)	1 (0,5%)
<i>Compañía</i>			
Familiares	29 (15,4%)	93 (49,5%)	104 (55,3%)
Amigos	62 (33,0%)	54 (28,7%)	47 (25,0%)
Solos	96 (51,1%)	41 (21,8%)	37 (19,7%)

las mujeres, afirmaron ser ellos quienes acostumbran a preparar los alimentos, sin encontrarse diferencias significativas entre sexos en este aspecto ($p=0,4199$).

Los resultados del análisis de las respuestas al cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos (CFCA) se muestran en la tabla II.

Tabla II
Distribución porcentual de la frecuencia de consumo por grupos de alimentos de los universitarios de la FUB y su relación con las raciones recomendadas en la pirámide DM 2010

<i>Cereales</i>		
	<i>Raciones consumidas</i>	<i>n (%)</i>
Inferior al recomendado	Menos 1 al día	37 (19,67%)
	1 al día	9 (4,78%)
	1-2 al día	110 (58,51%)
	2-3 al día	41 (21,80%)
	3-4 al día	7 (3,72%)
Recomendado	4-5 al día	2 (1,06%)
Superior al recomendado	Más de 5	0 (0%)
<i>Lácteos</i>		
	<i>Raciones consumidas</i>	<i>n (%)</i>
Inferior al recomendado	Menos 1 al día	24 (12,75%)
	1 al día	8 (4,25%)
	1-2 al día	85 (45,21%)
Recomendado	2 al día	15 (7,97%)
Superior al recomendado	Más de 2	79 (42,02%)
<i>Verduras y hortalizas</i>		
	<i>Raciones consumidas</i>	<i>n (%)</i>
Inferior al recomendado	Menos 1 al día	57 (30,31%)
	1 al día	18 (9,57%)
	1-2 al día	109 (57,97%)
Recomendado	2-3 al día	35 (18,61%)
Superior al recomendado	Más de 3	9 (4,78%)
<i>Frutas</i>		
	<i>Raciones consumidas</i>	<i>n (%)</i>
Inferior al recomendado	Menos 1 al día	68 (36,16%)
	1 al día	17 (37,76%)
	1-2 al día	88 (46,80%)
Recomendado	2-3 al día	34 (18,08%)
Superior al recomendado	Más de 3	7 (3,72%)
<i>Frutos secos</i>		
	<i>Raciones consumidas</i>	<i>n (%)</i>
Inferior al recomendado	Menos 1 al día	182 (96,8%)
Recomendado	1 al día	6 (3,19%)
Superior al recomendado	Más de 1 al día	0 (0%)
<i>Carne de ave</i>		
	<i>Raciones consumidas</i>	<i>n (%)</i>
Inferior al recomendado	Menos 2 a la semana	49 (26,06%)
Recomendado	2 a la semana	49 (26,06%)
Superior al recomendado	Más de 2 a la semana	90 (47,87%)

Tabla II (cont.)

Distribución porcentual de la frecuencia de consumo por grupos de alimentos de los universitarios de la FUB y su relación con las raciones recomendadas en la pirámide DM 2010

<i>Pescados y mariscos</i>		
	<i>Raciones consumidas</i>	<i>n (%)</i>
Inferior al recomendado	Menos 2 a la semana	28 (14,89%)
Recomendado	2-3 a la semana	63 (33,51%)
Superior al recomendado	Más de 3 a la semana	97 (51,59%)
<i>Huevos</i>		
	<i>Raciones consumidas</i>	<i>n (%)</i>
Inferior al recomendado	Menos 2 a la semana	55 (29,25%)
Recomendado	2-4 a la semana	123 (65,42%)
Superior al recomendado	Más de 4 a la semana	10 (5,31%)
<i>Legumbres</i>		
	<i>Raciones consumidas</i>	<i>n (%)</i>
Inferior al recomendado	Menos 2 a la semana	82 (43,61%)
Recomendado	2-3 a la semana	92 (48,93%)
Superior al recomendado	Más de 3 a la semana	14 (7,44%)
<i>Patatas</i>		
	<i>Raciones consumidas</i>	<i>n (%)</i>
Inferior al recomendado	No consumen	22(11,7%)
Recomendado	1-3 a la semana	133 (70,7%)
Superior al recomendado	Más de 3 a la semana	33 (17,5)
<i>Carnes rojas</i>		
	<i>Raciones consumidas</i>	<i>n (%)</i>
Inferior al recomendado	No consumen	13 (6,91%)
Recomendado	Menos de 2 a la semana	17 (9,04%)
Superior al recomendado	Más de 2 a la semana	122 (64,89%)

Cuando se consultó sobre otros hábitos y conductas que pueden influir en la salud (Tabla III), la mayor parte de los universitarios afirmaron que no fumaban y se encontró que entre los fumadores habituales predominan las mujeres (61,5%), frente a un 38,5% de hombres y no se obtuvo significación estadística, entre el consumo de tabaco y los estudios matriculados. Respecto a la ingestión de bebidas alcohólicas se halló que más del 30% de los universitarios no acostumbra a consumirlas nunca y existía un número escaso de estudiantes que consumían alcohol más de tres veces por semana.

En relación con la práctica de actividad física se halló un número considerable de estudiantes que acostumbra a realizar actividad física moderada o intensa tres o más veces a la semana, a pesar de que una proporción similar no suele realizar ningún tipo de actividad física de manera habitual.

En relación a la salud autopercebida, la mayoría de los universitarios encuestados valoraron su salud como buena o muy buena (73,4%) y sólo un 5,3% (Fig. 2),

consideraron que su salud era mala. Se encontró además una relación estadísticamente significativa respecto al sexo ($p=0,025$). Los hombres consideraron su salud como muy buena en un 26,6%, frente a un menor porcentaje de mujeres (11,3%), sin embargo existe una proporción similar entre los que consideran su salud como buena, siendo más del 50% de los encuestados, en ambos sexos.

Los estudiantes del grado de educación infantil son los que peor percibían su estado de salud puesto que sólo el 61,1% de los encuestados consideraron que era buena o muy buena frente al 75% en el caso de enfermería, el 75,6% en el caso del grado de fisioterapia y el 80% en los estudiantes de podología.

Las principales fuentes de conocimientos sobre alimentación referidas por los estudiantes resultaron ser la escuela (77,7%) y la familia (71,8%). Otras fuentes también mencionadas fueron los amigos, estudios previos realizados, participación en cursos, el médico de cabecera o los nutricionistas, por ejemplo.

Tabla III
Comportamiento de algunos hábitos y conductas relacionadas con la salud, en los universitarios de la FUB

<i>Hábitos y conductas</i>		
	<i>Frecuencia de consumo</i>	<i>n (%)</i>
Consumo de tabaco	Fumadores habituales	39 (20,7%)
	No fumadores	121 (64,4%)
	Fumador ocasional	19 (10,1%)
	Exfumadores	9 (4,8%)
<i>Consumo de vino y/o sangría</i>		
Nunca	0 a la semana	137 (72,9%)
Ocasional	1-3 a la semana	45 (23,9%)
Habitual	4-7 a la semana	6 (3,2%)
<i>Consumo de cerveza</i>		
Nunca	0 a la semana	101 (53,7%)
Ocasional	1-3 a la semana	68 (36,2%)
Habitual	4-7 a la semana	19 (10,1%)
<i>Consumo de bebidas destiladas</i>		
Nunca	0 a la semana	124 (65,9%)
Ocasional	1-3 a la semana	64 (34,04%)
Habitual	4-7 a la semana	0 (0%)
<i>Frecuencia de actividad física intensa</i>		
Nunca	0 a la semana	60 (31,9%)
Ocasional	1-3 a la semana	65 (34,6%)
Habitual	4-7 a la semana	63 (33,5%)
<i>Frecuencia de actividad física moderada</i>		
Nunca	0 a la semana	55 (29,2%)
Ocasional	1-3 a la semana	79 (42,02%)
Habitual	4-7 a la semana	54 (28,7%)

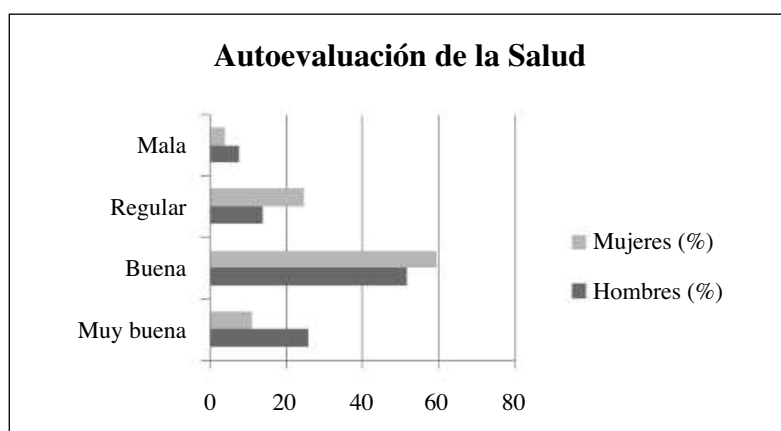


Fig. 2.—Evaluación de la salud, en relación con el sexo de los universitarios.

Discusión de los resultados

La mayor parte de los universitarios encuestados acostumbra a realizar tres comidas principales: desayuno, comida y cena. No obstante, destaca la frecuente omisión del desayuno en más del 20% de los casos. El 7,44% de los encuestados reconoce no desayunar nunca y alrededor de un 10% suelen desayunar sólo una vez por semana. Estos resultados coinciden con otros estudios realizados en España en poblaciones similares, por ejemplo en universitarios madrileños de Ciencias de la Salud, se encontró que el 6% no suele desayunar¹² o que el 8% de los universitarios de Vigo suelen omitir alguna de las comidas principales del día, mayoritariamente el desayuno¹⁰. Sin embargo, un estudio realizado en la Universidad de Navarra, reportó una cifra inferior: sólo el 3,82% de los universitarios participantes suelen omitir esa ingesta²³. Resultados similares se encuentran también en estudios realizados en otros países, es así por ejemplo entre estudiantes de diferentes regiones europeas, que cursan estudios en Italia, el 11% no acostumbra a desayunar⁵, o en estudiantes argentinos entre los cuales el 5% suele omitir esta ingesta¹³. Se acepta que a largo plazo, el desayuno facilita una nutrición adecuada, previniendo deficiencias nutricionales, que podrían afectar la función cognitiva, el estado emocional, la capacidad para memorizar y el rendimiento físico e intelectual²³. En la muestra estudiada, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos según estudios matriculados, ni por sexos o edad aunque sí entre el hábito de desayunar y el sitio en que se realiza ($p < 0,001$). Los estudiantes que desayunan en casa o en la residencia estudiantil suelen omitirlo menos que los estudiantes que lo hacen fuera de casa. Serían recomendables, intervenciones educativas que resalten la importancia del desayuno para conseguir un estado nutricional adecuado.

A pesar de que mayoritariamente realizan las comidas en casa y cabría esperar que esto implicara un mayor grado de convivencia, proporcionado por las comidas en familia o con amigos, como actividad socializadora y placentera, para disfrutar del valor nutricional de los alimentos y mejorar la comunicación²⁴⁻²⁶; sin embargo, alrededor del 20% de los estudiantes comen o cenan solos y el 51% no suele desayunar en compañía. Esto estaría relacionado con el elevado número de estudiantes (70%), que afirman ser ellos quienes preparan los alimentos, y con las nuevas responsabilidades en la organización de las comidas y la elaboración de sus menús que debe asumir la población universitaria. La falta de práctica puede llevar a incluir alimentos que no requieren una elaboración compleja o un tiempo de cocción prolongado, como son los congelados, las pizzas, embutidos o las carnes precocinadas^{10,13,27}. A pesar de que no se encontró relación significativa, entre la preparación de los alimentos y la frecuencia de consumo de los alimentos mencionados, los resultados de este estudio, vienen a reforzar estas tendencias ya que el 84,6% de los universitarios reconoce un elevado

consumo de hamburguesas, suelen superar las raciones recomendadas de croquetas, empanadas o pizzas (73,4%) y de carnes rojas (64,9%). Estos hallazgos están en línea con otros estudios realizados entre universitarios españoles que reportan un consumo excesivo de carne roja o embutidos en más de la mitad de los universitarios^{11,22,27,28}.

Los resultados encontrados apuntan también hacia una pérdida de adherencia a la Dieta Mediterránea, caracterizada por un elevado consumo de vegetales, ya sean crudos o cocidos; abundante consumo de frutas frescas, legumbres y cereales; un consumo moderado de leche y sus derivados, así como de bebidas alcohólicas (especialmente en forma de vino) y un bajo consumo de carne^{22,27,29}, puesto que ningún estudiante realizaba un consumo en línea con las recomendaciones de la pirámide de la Dieta Mediterránea para todos los grupos de alimentos. Destaca el elevado número de estudiantes con un consumo deficiente o muy deficiente de verduras (39,8%), cereales (92,6%) y frutas (73,9%). Resultados similares se han reportado entre otros universitarios españoles. Así un estudio realizado en estudiantes de Fisioterapia de la Universidad de Valladolid mostró que más del 90% no cubría las raciones recomendadas de cereales, ni frutas y una proporción aún mayor en el caso de las verduras (98%)³⁰. En el caso de estudiantes de Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma de Madrid los resultados eran mejores pero, aún así, el 47% de los participantes realizaban un escaso consumo de fruta³¹.

En lo que respecta al consumo de legumbres, los resultados se acercan más a las recomendaciones pues casi la mitad de los estudiantes (49%) alcanza el consumo recomendado de 2-3 raciones semanales, proporción similar al de estudiantes madrileños de Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma de Madrid³¹.

A pesar de que algo más de la mitad de los universitarios reconoce un consumo de lácteos inferior a las dos raciones diarias recomendadas, existe una proporción elevada (42,02%), que tiene un consumo superior. Los resultados se corresponden con los hallados entre otras poblaciones universitarias españolas^{17,23} y con la tendencia a un aumento en el consumo de productos lácteos en la población española en general, en la última década¹⁷.

El patrón dietético obtenido, se caracteriza además, por consumo excesivo de carnes rojas en un 84% de los universitarios, coincidiendo con otros estudios que sitúan el consumo en 3 y 4 raciones semanales^{30,31}. No se encontró relación estadísticamente significativa en relación con el sexo o los estudios matriculados, sin embargo, llama la atención que la frecuencia de consumo de carnes rojas, se relaciona significativamente ($p < 0,001$), con la opinión sobre estos alimentos que tienen los estudiantes: los que consumen 2-3 raciones semanales, los valoran mayoritariamente como muy buenos para la salud. El número de estudiantes que incurre en esta conducta es superior al encontrado entre universitarios madrileños, que fue del 47%³¹; pero es

similar a las cifras halladas en un estudio en la Universidad de Alicante, que reporta cerca del 90% de estudiantes con un consumo excesivo de carnes rojas²⁷.

Respecto a los hábitos y conductas relacionados con la alimentación se analizó el consumo de alcohol, puesto que el alcoholismo se ha generalizado como componente esencial del tiempo de ocio entre los jóvenes, por la tolerancia social o la escasa percepción del riesgo que implica para la salud³⁶, en el presente estudio se encontró que el vino no está entre las bebidas más consumidas y que el consumo de alcohol en general es escaso: un elevado número de estudiantes no consumen nunca bebidas destiladas (65,9%) o cerveza (53,7%), que es el tipo de bebida más consumida entre los estudiantes que acostumbran a ingerir alcohol tres o más veces a la semana (10,10%), hallazgo que puede estar relacionado con el hecho de que es una bebida más barata y que en España, es la bebida más comúnmente consumida en esta franja de edad³⁷. Los estudiantes que suelen consumir alcohol una vez por semana, prefieren otras bebidas alcohólicas.

Además fue analizado el consumo de tabaco, reconocido como la principal causa prevenible de alteración de la salud en los países desarrollados^{32,33}. En España, el tabaquismo muestra una disminución lenta pero progresiva en los últimos años pero según las últimas Encuestas Nacionales de Salud, esta reducción se produjo sobre todo en varones, mientras se incrementa el consumo entre las mujeres. En la población estudiada, existe un 20,7% de fumadores, con mayor prevalencia del tabaquismo en el sexo femenino (61,5% de mujeres, frente al 38,5% de hombres), son valores superiores al 16,7% de fumadores encontrado entre estudiantes de Dietética y Nutrición de la Universidad de Valladolid³¹, pero que coinciden con otros estudios realizados en España, que no obstante reportan una proporción más reducida de fumadoras^{32,34-36}. En un estudio realizado en universitarios en Valencia, se encontró una prevalencia de fumadores del 23%³⁵. En estudiantes de la Universidad de Zaragoza se halló alrededor de un 24% de fumadores^{32,36}, y en la Universidad de Barcelona, en un estudio con universitarios de Ciencias de la Salud, se encontró un 28% de fumadores³³. La población estudiada tiene una edad media de 21,73 años y en España el porcentaje de fumadores comienza a disminuir a partir de los 25 años³⁴, existe el riesgo de que la mayoría fumen durante toda la etapa universitaria; hecho destacable en una población que mayoritariamente pertenece a las ciencias de la salud, un colectivo con un rol importante en la lucha antitabaco y la promoción de hábitos saludables entre la población.

Se halló una relación estadísticamente significativa ($p=0,001$), entre el consumo de alcohol y el tabaquismo. Un 5,4% de los fumadores, acostumbra a consumir, vino o sangría más de tres veces por semana. El consumo de bebidas alcohólicas es un factor de riesgo para la salud, con una incidencia demostrada en la evolución de enfermedades crónicas no trasmisibles, relacionadas con la alimentación, como son la diabetes y

la hipertensión arterial²⁷; por tanto el escaso consumo de alcohol referido por la mayoría de los universitarios, puede considerarse una conducta positiva.

La relación entre la calidad de la alimentación, la práctica de actividad física y los riesgos de padecer alteraciones de la salud en la edad adulta (HTA o enfermedades cardiovasculares), es un hecho reconocido³⁷. En la población española de entre 16 y 24 años, el 7,05% no realiza ningún tipo de actividad física de forma regular³⁴. Los resultados encontrados superan estos valores, puesto que alrededor del 30% no acostumbra a realizar nunca actividad física intensa o moderada. Resultados que se corresponden con los obtenidos en estudios en poblaciones similares. En estudiantes de la Universidad de Zaragoza, se encontró que un 39% de los estudiantes no realizan actividad física³² y en otro estudio realizado en la Universidad Autónoma de Barcelona el número es inferior (26,6%)³⁸. Sin embargo, es importante destacar que existe una proporción similar de estudiantes que realizan actividad física regularmente (4-7 días a la semana); resultado que puede estar relacionado con el hecho de que la mayoría pertenecen a carreras de ciencias de la salud, desde las cuales se insiste habitualmente en la importancia de la actividad física para un adecuado desarrollo biopsicosocial del individuo.

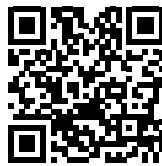
Conclusiones

En la población estudiada se detectan conductas alimentarias que se alejan de las recomendaciones de la Dieta Mediterránea: un escaso consumo de frutas y verduras, un aumento en el consumo de productos lácteos y un predominio en el consumo de carnes rojas frente a las carnes blancas, en un elevado número de estudiantes. El patrón alimentario resultante del estudio, se corresponde con los cambios ocurridos en los últimos años tanto en España como en el resto de los países industrializados, donde ha aumentado el consumo medio de alimentos proteicos a expensas sobre todo de las carnes rojas y que la ingesta de legumbres, verduras o frutas, es inferior al recomendado; esto, unido al aumento del sedentarismo, manifiesto en esta población, dado el elevado número de estudiantes que no suele practicar actividad física, son algunas de las conductas responsables del predominio de la obesidad en la población general. A pesar del elevado nivel educativo de los integrantes de la muestra, existen factores socioambientales, explicables en el contexto social actual, que convierten a la población estudiada en un colectivo vulnerable en sus hábitos alimentarios. Es recomendable que las estrategias de salud dirigidas a esta población insistan en la importancia de no omitir el desayuno y de garantizar que este sea de calidad; que favorezcan su adecuación a una alimentación adecuada, suficiente y equilibrada, según las recomendaciones de la Dieta Mediterránea, reconocida como estilo de alimentación saludable y que se fomenten acciones

para conseguir cambios en conductas relacionadas con la salud como son el tabaquismo, el consumo de alcohol y la práctica de actividad física, en aras de prevenir afecciones de salud futuras y de garantizar la capacidad de los estudiantes de Ciencias de la Salud, como futuros gestores de la salud de la población general.

Referencias

1. López Nomdedeu C. Los hábitos alimentarios: educación y desarrollo. En: Vázquez C, de Cos A, López Nomdedeu C, editores. *Alimentación y Nutrición. Manual teórico-práctico*. Madrid: Díaz de Santos; 1998: 267-72.
2. Aranceta J, Serra L. Hábitos alimentarios en la población infantil y juvenil española (1998-2000). En: *Alimentación infantil y juvenil*. Estudio Enkid. Madrid Masson, 2002.
3. González-Cross M, Caslill MJ, Moreno L, Nora E, González M, Leiva A, Marcos A: Alimentación y valoración del estado nutricional de los adolescentes españoles (estudio Avena) *Nutr Hosp* 2003; 23(1): 15-28.
4. Papadaki A, Hondros G, Scott J, Kapsokefaluy M. Eating habits of University living at, or away from home in Greece. *Appetite* 2007; 49 (1): 169-176.
5. Bagordo F, Grassi T, Serio F, Idolo A, De Donno A. Dietary habits and health among university students living at or away from home in southern Italy. *Journal of food and Nutrition Research* 2013; 52(3): 164-171.
6. Spanos D, Hankey CR. The habitual meal and snacking patterns of university students in two countries and their use of vending machines. *Journal of Human Nutrition and Dietetics* 2009; 23(1): 102-107.
7. De la Montaña J, Castro L, Cobas N, Rodríguez M, Míguez M. Adherencia a la dieta mediterránea y su relación con el índice de masa corporal en universitarios de Galicia. *Nutr. Clín. Diet. Hosp* 2012; 32 (3):72-80.
8. Durá T, Castroviejo A. Adherencia a la dieta mediterránea en la población universitaria. *Nutr Hosp* 2011; 26 (3):602-608.
9. Bollat P, Dura T. Modelo dietético de los universitarios. *Nutr Hosp* 2008, 23 (6): 626-627.
10. De la Montaña JM, González MR, González JC, Míguez MB. Calidad de la dieta de universitarios en Orense. *Alim. Nutri. Salud* 2009, 16 (1): 23-30.
11. Oliveras M^oJL, Nieto PG, Agudo EA, Martínez FM, López HG de la Serrana, López M^oC M, Evaluación nutricional de una población universitaria. *Nutr. Hosp* 2006, 21 (2) : 179-83.
12. Montero AB, Úbeda NM, García AG. Evaluación de los hábitos alimentarios de una población de estudiantes universitarios en relación con sus conocimientos nutricionales. *Nutr. Hosp* 2006, 21 (4): 466-73.
13. Karlen G, Masino MV, Fortino MA, Martinelli M. Consumo de desayuno en estudiantes universitarios: hábito, calidad nutricional y su relación con el índice de masa corporal. *Dieta* 2011, 29 (137): 23-30.
14. Lameiras MF, Calado MO, Rodríguez YC, Fernández MP. Hábitos alimentarios e imagen corporal en estudiantes universitarios sin trastornos alimentarios. *International Journal of Clinical and Health Psychology* 2003, 3 (1): 23-33.
15. Martín Monzón IM. Estrés académico en estudiantes universitarios. *Apuntes de Psicología* 2007, vol. 25, N^o 1, pp. 87-99.
16. Loria KV, Gómez CC, Lourenço NT, Pérez TA, Castillo RR, Villarino MM, Bermejo LL y Zurita L. Evaluación de la utilidad de un Programa de Educación Nutricional en Trastornos de la Conducta Alimentaria. *Nutr Hosp* 2009; 24(5): 558-567.
17. Marrodán MD, Montero P, Cherkaoui M. Transición nutricional en España durante la historia reciente. *Nutr. Clín. Diet. Hosp* 2012; 32(supl. 2): 55-64.
18. Tur JA, Romaguera D y Pons A. Food consumption patterns in a mediterranean region: does the mediterranean diet still exist?. *Ann Nutr Metab* 2004; 48:193-201.
19. González JE, Schmidt RJ, García LPA y García GCJ. Análisis de la ingesta alimentaria y hábitos nutricionales en una población de adolescentes de la ciudad de Granada. *Nutr Hosp* 2013; 28(3): 779-786.
20. Trinidad IR, Fernández JB, Cucó GP, Biarnés EJ y Arija VV. Validación de un cuestionario de frecuencia de consumo alimentario corto: reproducibilidad y validez. *Nutr Hosp* 2008; 23(3):242-252.
21. Booth ML. Assessment of Physical Activity: An International Perspective. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 2000; 71(2):114-20.
22. Bach-Faig A, Berry, EM, Lairon D, et al. Mediterranean diet pyramid today. Science and cultural updates. *Public Health Nutr* 2011; 14 (12): 2274-2284.
23. Zinkunegi ZN. La importancia del desayuno en indicadores de salud en estudiantes universitarios. TFM Máster universitario en investigación en ciencias de la salud. Universidad Pública de Navarra. Curso 2010-11. Página 52-54.
24. Mintz S W. Sabor a comida, sabor a libertad. Incursiones en la comida, la cultura y el pasado. México D F Ediciones de la Reina Roja, S.A. de C.V 2003.
25. Bonaccio M, Iacoviello L, de Gaetano G, Moli-Sani Investigators. The Mediterranean diet: the reasons for a success. *Thromb Res* 2012 Mar129 (3):401-4. doi: 10.1016/j.thromres.2011.10.018. Epub 2011 Nov 17. Review.
26. Hammons AJ, Fiese BH. Is frequency of shared family meals related to the nutritional health of children and adolescents? *Pediatrics* 2011 Jun;127 (6):1565-74.
27. Ortiz RM, Norte AIN, Zaragoza AM, Fernández JS y Davó M^oCB. ¿Siguen patrones de dieta mediterránea los universitarios españoles? *Nutri Hosp* 2012; 27:1952-1959.
28. Salinas CM, Hernández de Diego E. ¿Cómo instaurar y mantener en el tiempo unos hábitos alimentarios orientados a la salud? *Nutr. Clin. Diet. Hosp* 2013, 33(3): 9-17.
29. Bach FA, Fuentes BC, Ramos D, Carrasco JL, Roman B, Bertomeu I, Cristia E, Geleva D and Serra ML. The Mediterranean diet in Spain: adherence trends during the past two decades using the Mediterranean Adequacy Index. *Public Health Nutr* 2010:1-7.
30. Bayona-Marzo I, Navas-Cámara F, Fernández de Santiago J, Mingo-Gómez T, De la Fuente-Sanz M^oM y Cacho del Amo A. Hábitos dietéticos en estudiantes de fisioterapia. *Nutr Hosp* 2007, 22(5):573-7.
31. Ledo-Varela M^o T, de Luis Román DA, Gonzalez-Sagrado M, Izaola Jauregui O, Conde Vicente R y Aller de la Fuente R. Características nutricionales y estilo de vida en universitarios. *Nutr Hosp* 2011, 26 (4):814-818.
32. Nerín I, Crucelaegui A, Novella P, Ramón y Cajal P, Sobradie N, Gericó R. Encuesta sobre tabaquismo en estudiantes universitarios en relación con la práctica de ejercicio físico. *Arch Bronconeumol* 2004; 40(1):5-9.
33. Prat AM, Fuentes MMA, Sanz PG, Canela RA, Canela JS, Pardell HA, Salleras LLS. Epidemiología del tabaquismo en los estudiantes de ciencias de la salud. *Rev. Saúde Pública* 1994; 28(2): 100-106.
34. Encuesta Europea de Salud en España 2009. Determinantes de la salud: Cifras relativas. Instituto Nacional de Estadísticas. Consultado el 15 de diciembre del 2013. Disponible en: <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=/t15/p420/a2009/p06/&file=pcaxis>
35. Chelet MM, Escriche SA, García HJ, Moreno BP. Consumo de tabaco en una población universitaria de Valencia. *Trastornos Adictivos* 2011; 13(1): 5-10.
36. Jimenez-Muro FA, Beamonte SAA, Marqueta BA, Gargallo VP, Nerín de la PI. Consumo de drogas en estudiantes universitarios de primer curso. *Adicciones* 2009; 21(1):21-28.
37. Ministerio de Sanidad y Consumo: Agencia Española de Seguridad Alimentaria. Estrategia NAOs. *Estrategia para la Nutrición, Actividad Física y Prevención de la Obesidad. La alimentación de tus niños*. Madrid, 2005.
38. Blasco T, Capdevila L, Pintanel M, Valiente L, Cruz J. Evolución de los patrones de actividad física en estudiantes universitarios. *Revista Psicología del Deporte* 2003; 18(20): 51-63.



Original/Otros

Macronutrients and energy content of oral hospital diet prescribed to chronic kidney disease patients on conservative treatment

Janiara David Silva J.¹, Karine A. Louvera Silva¹, Sueli R. Baggio², Marcelo A. Morgano², Aline S. Aguiar Nemer¹ and Késia D. Quintaes¹

¹Ouro Preto Federal University (UFOP), School of Nutrition, Ouro Preto, Minas Gerais. ²Institute of Food Technology (ITAL), Center of Foods Science and Quality, Campinas, São Paulo, Brazil.

Abstract

Introduction: The contribution of diet and treatment planning in the treatment of Chronic Kidney Disease (CKD) has been recognized as having a significant clinical impact if introduced early.

Objective: determine the levels of carbohydrates, proteins, lipids, energy and energy density (ED) in an oral hospital diet prescribed to CKD patients, and to evaluate the adequacy of this diet with respect to dietary recommendations.

Methods: Diets were collected in a Brazilian public hospital on two non-consecutive days of six different weeks. The carbohydrate, protein, and lipid (total, saturated, monounsaturated, polyunsaturated, linoleic, linolenic and *trans* fatty acids) contents were determined in a laboratory. The amount of energy and the ED of the diets were calculated using the correction factor Atware and by dividing the total energy of the diet by weight, respectively.

Results and Discussion: About 14.3% of the diets produced for patients with CKD were analyzed. The average density of the diets was low (0.7 kcal/g). In terms of nutritional adequacy, the average lipid content (15%) and linolenic fatty acid content (0.4%) were below the recommendation, as was energy (23.4 kcal / kg / day). The average carbohydrate content (63.5%) and protein content (1.0 g/kg/day) exceeded the recommendations levels.

Conclusion: The oral hospital diet prepared for patients with CKD were considered unbalanced, and an unfavorable clinical treatment for these patients.

(Nutr Hosp. 2015;31:458-465)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7738

Key words: *Clinical nutrition. Energy. Malnutrition. Nutritional education. Protein. Diet therapy.*

MACRONUTRIENTES Y CONTENIDO DE ENERGÍA DE LA DIETA HOSPITALARIA ORAL RECIBIDO POR PACIENTE CON ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA EN TRATAMIENTO CONSERVADOR

Resumen

Introducción: La contribución de la dieta y planificación del tratamiento en el tratamiento de la enfermedad renal crónica (ERC) ha sido reconocida por tener un impacto clínico significativo si introducida tempranamente.

Objetivo: determinar los niveles de hidratos de carbono, proteínas, lípidos, energía y densidad de energía (DE) en una dieta hospitalaria oral recetada para los pacientes con ERC, y evaluar la adecuación de esta dieta con respecto a las recomendaciones dietéticas.

Métodos: Las dietas fueron recogidas en un hospital público brasileño en dos días no consecutivos de seis semanas diferentes. Los contenidos de los hidratos de carbono, proteínas, y lípidos (totales, saturadas, monoinsaturadas, poliinsaturadas, ácidos grasos linoleico, linoléico y *trans*) fueron determinados en un laboratorio. La cantidad de energía y la DE de las dietas se calcularon utilizando el factor de corrección de Atware, dividiendo la energía total de la dieta en peso, respectivamente.

Resultados y Discusión: Fueron analizadas cerca de 14.3% de las dietas producidas y servidas a los pacientes con ERC. La densidad media de las dietas fue baja (0,7 kcal/g). Fue encontrada inadecuación nutricional para el contenido medio en lípidos (15%) y contenido de ácido graso linoléico (0,4%) y de energía (23,4 kcal/kg/día). El contenido de carbohidratos (63,5%) y el contenido de proteínas (1,0 g/kg/día) superaron los niveles de recomendaciones.

Conclusiones: La dieta hospitalaria oral preparada para los pacientes con enfermedad renal crónica se muestra desequilibrada y desfavorable para el tratamiento clínico de los pacientes.

(Nutr Hosp. 2015;31:458-465)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7738

Palabras clave: *Nutrición clínica. Energía. Desnutrición. Educación nutricional. Proteínas. Dieta terapia.*

Correspondence: Késia Diego Quintaes.
Ouro Preto Federal University.
School of Nutrition – DENCS.
Campus Morro do Cruzeiro, s/n.
Bauxita, Ouro Preto, MG, Brazil.
E-mail: kesia@enut.ufop.br

Recibido: 5-VII-2014.
Aceptado: 23-VII-2014.

Abbreviations

CKD: Chronic Kidney Disease.
DHA: Docosahexanoic Acid.
ED: Energy Density.
EPA: Eicosapentanoic Acid.
FA: Fatty Acids.
TEV: Total Energetic Value.
SFA: Saturated Fatty Acids.
TL: Total Lipid Content.

Introduction

The contribution of the diet as a therapeutic plan in the treatment of chronic kidney disease (CKD) has long been recognized, presenting a great clinical impact when introduced precociously. The diet is capable of influencing the biochemical hematological parameters, minimizing uremic complications and contributing to an adequate nutritional state for CKD sufferers¹. The kidney transplantation is the last therapy apply to these patients and could result in a high prevalence of overweight and obesity especially during the first year after the transplant².

Restriction of proteins in the diet was one of the first dietary-therapeutic objectives in the treatment of patients in the pre-dialysis phase of CKD, aiming to promote reduced serum levels of nitrogen compounds³. Various studies have shown that a protein-restricted diet reduces the production of urea, creatinine and uric acid, being capable of alleviating the uremic symptoms^{1,4} and retarding progression of the disease¹.

According to the Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (2002)⁵ in addition to controlling proteins in the diet, the control of glycemia and of the blood pressure are also important therapeutic targets for these individuals, considering that diabetes *mellitus* (DM) and high blood pressure are the main causes of CKD. According to Chen et al. (2003)⁶, insulin resistance, represented by high plasma glucose and serum insulin is present in chronic kidney patients with a glomerular filtration rate below 60 mL/min/1.73m². Minimal increases in glycemia are associated with deterioration in kidney function, the greater the degree of insulin resistance, the greater the risk of an early development of kidney disease⁷.

Considering the fact that cardiovascular diseases are the main cause of death amongst CKD patients⁸, treatment of the risk factors for these pathologies could minimize adverse cardiological effects in any phase of the disease⁵. Life style modifications are considered as important preventative measures, including a reduction in sodium ingestion and in the consumption of lipids with an unfavorable profile for the development of cardiovascular disease⁹. According to Landecho *et al.* (2011)⁷, obesity and hypertriglyceridemia increase the risk of developing precocious CKD by two and three times, respectively.

There is an increasing interest in the quality of diet lipids as a function of their relationship with the development of cardiovascular diseases, such as saturated fatty acids (SFA), *trans* fats and cholesterol, since these are the principal contributors to an increase in low density lipoprotein⁹. Nevertheless the nutritional recommendations for specific macronutrients for CKD sufferers only cover the protein and energy values⁵. Thus recommendations for the healthy population have been adopted for CKD sufferers, such as the Food Agriculture Organization of the United Nations¹⁰, which aim at the prevention and treatment of diabetes and of cardiovascular diseases.

Taking account that the fact that the hospital oral diet should be considered a useful tool for the nutritional education of the patients, the objective of this study was to determine the carbohydrate, protein and lipid contents and also the energy value of oral hospital diets elaborated for patients with CKD, and evaluate the percent adequacy according to nutritional recommendations.

Methods

This cross-sectional exploratory study was carried out with samples of oral hospital diets offered to patients with CKD hospitalized in a National Health Hospital in the city of Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. The study was evaluated and approved by the Ethics in Research Committee of the Mario Penna Foundation (CAE 0001.0.261.238-11).

The samples were taken in duplicate always on two non-consecutive days in different weeks of the months of May and September of 2010 and January of 2011, covering a 6 week period (42 days). Sample collections of each meal: breakfast, collation, lunch, snack, dinner and supper of the oral kidney diets were carried out at the normal time for offering the oral diet, following the regular hospital pattern.

Each meal was weighed on an electronic balance with a capacity for 15kg and sensitivity of 2 grams (Filizola, Pluris Top, São Paulo, SP, Brazil), and homogenized in a multiprocessor with a plastic helix. Aliquots corresponding to 10% by weight of each meal were taken and stored under refrigeration for subsequent preparation of a homogenous mix. Duplicate 50 g samples were separated, stored in zip-lock bags, labeled and frozen (-18°C) until chemically analyzed in the laboratory (Fig. 1).

Chemical analyses

Determination of moisture content

The moisture content was determined according to the Association of Official Analytical Chemists¹¹, based on the indirect determination of the water in the

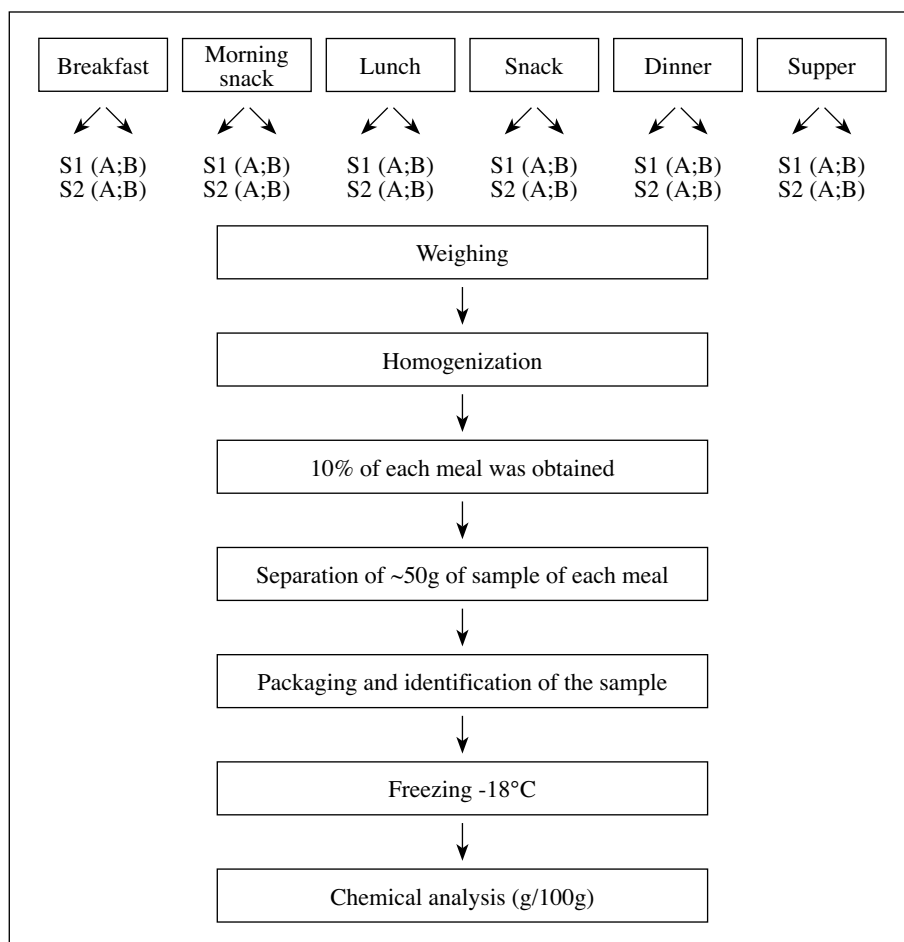


Fig. 1.—Flow diagram of sampling the meals that composes oral renal diets on two non-consecutive days of moths January (2011), May and September (2010). S1=sample 1; S2=sample 2.

food by a gravimetric method. The water is eliminated by heating in a vacuum oven and the mass of the dry residue determined. The moisture content was calculated from the difference in mass of the food before and after drying. The use of a vacuum oven allows one to dry the sample at lower temperatures than those necessary at atmospheric pressure, minimizing degradation of labile compounds in the sample.

Ash determination

The Association of Official Analytical Chemists methodology was used to determine the ash content¹¹. The method consists of incinerated the sample in a muffle at 550°C, promoting evaporation of the water and of the volatile substances and oxidation of the organic matter. The residue remaining after incineration is known as the ash or fixed mineral residue and is quantified gravimetrically.

Total lipids and fatty acids

The total lipid content (TL) was determined by acid hydrolysis with boiling HCl, followed by ex-

traction of the TL with petroleum ether¹². The TL contents were obtained gravimetrically and the results expressed in g/100g of sample.

In order to analyze the fatty acids (FA), an aliquot of the lipid extract containing about 400 mg of lipids was dried in an evaporator, and then transmethylated using the Hartman & Lago (1973)¹³ method, using an ammonium chloride solution and sulfuric acid in methanol for esterification. The identification and quantification of the FA was carried out in a gas chromatograph equipped with an automatic sampler, split injector, 75:1 ratio, CP-SIL 88 capillary column (100 m x 0.25 mm i.d., 0.20 μm of film), flame ionization detector (FID) and a data acquisition workstation. The chromatographic conditions were as follows: programmed column temperature starting at 120°C/5min, rising to 235°C at 5°C/min and remaining at this temperature for 15 minutes, stripping gas of hydrogen at a rate of 1mL/min, make-up gas of nitrogen at 30 mL/min, injector temperature of 270°C, detector temperature of 310°C and injection volume of 1 μl. The FAs were identified by a comparison of their retention times with those of co-chromatographic FA standards. Quantification was done by normalization of the area and the results expressed in g/100g of sample.

Proteins

The proteins were determined by the micro Kjeldahl method¹⁵, transferring a 0.3 g sample to a digestion tube, adding a catalyst mixture (copper sulfate, potassium selenium sulfate and concentrated sulfuric acid) and heating. After a determined period of digestion, all the nitrogen transformed into ammonium sulfate was converted into gaseous ammonia after alkalization of the medium with a concentrated sodium hydroxide solution. A Tecator Kjeltac 2200 automatic distillation unit was used to distill the nitrogen, which collects the distilled ammonia in a boric acid solution containing an acid-base indicator.

The nitrogen content was calculated by titration of the boric acid with a solution of standard hydrochloric acid, and converted to protein content by multiplying with a specific correction factor for that product or the generic one for proteins of 6.25. The result was expressed in g protein/ 100 g of sample.

Carbohydrates

The carbohydrate content was determined by difference, where the sum of the total moisture, ash, lipid and protein contents was subtracted from 100 using the formula: $100 - (g/100 \text{ g moisture} + g/100 \text{ g ash} + g/100 \text{ g protein} + g/100 \text{ g total lipids})$.

Determination of the energy value and energetic density of the diets

The Atware correction factors were used to calculate the energetic value of the sample, which adopts a single value for each energetic substrate of 4 calories per gram of protein or carbohydrate and 9 for each gram of lipids¹⁴. The sum of the multiplication of these factors by the quantity of the respective nutrients resulted in the total energetic value (TEV). The energetic density (ED) of the diet was calculated by dividing the energetic value by the weight of the respective diet¹⁷, and classified as follows: very low energetic density (0 to 0.6 kcal/g), low ED (0.7 to 1.5 kcal/g), medium ED (1.5 to 4 kcal/g) and high DE (4.0 to 9.0 kcal/g) according to the Center for Disease Control and Prevention (2005)¹⁵.

Nutritional adequacy

A diet with an energetic value corresponding to 1500 kcal was adopted for the calculation of the adequacy of the carbohydrate, protein and lipid contents, this value being that used by the hospital nutrition service where the study was carried out. The adequacy of the nutrient contents and energy of the diets was determined for both adults and elderly individuals of both sexes, con-

sidering as adults individuals aged from 19 to 59 years and as elderly individuals those over 60 years. A body weight of 60 kg was adopted for the calculations of nutritional adequacy¹⁶.

The criteria established by Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (2002)⁵ were used to evaluate the adequacy of the protein and energy contents, whereas the values defined by the Diretriz Brasileira de Diabetes (2009)¹⁷ and FAO (2010)¹⁰ were adopted to evaluate the adequacy of the carbohydrates and lipids, respectively (Table I).

Statistical analyses

The statistical analyses were carried out using the PASW version 17.0 software and the results expressed as the arithmetic mean and standard deviation. The normality and homoscedasticity of the data were verified by the Shapiro-Wilk and Levene tests, respectively. The analysis of variance (ANOVA) followed by the Bonferroni post-hoc test were used when the variables showed a normal distribution, and the Kruskal-Wallis and Mann-Whitney U tests when the conditions were non-parametric. The level of significance was set at $p < 0.05$.

Results

Thirty-six meals served to patients with CKD were studied, representing 14.3% of the menus produced. The diets analyzed in the present study had, on average 1393 kcal, about 7% less than the value contained in the diet manual used by the hospital nutrition service (1500 kcal). There was a significant difference in the nutrient and energy contents between the months studied ($p < 0.05$), but the diets studied were always inadequate with respect to the nutrients evaluated and carried an insufficient amount of energy (Table I).

In the three periods studied, the diet presented a mean carbohydrate content of 3.9 g/kg/day, with similar values for carbohydrate and energy in January of 2011 and September of 2010. Only in May did the diets comply with the recommendation. The protein contents of the diets were higher than the maximum recommended ingestion for all the months studied, the lowest value being found in September of 2010 (0.87 g/kg weight/day) when compared to the value found in May of 2010 ($p = 0.001$), and was therefore closer to the recommended value.

With respect to lipids, in January of 2011 the diets carried the lowest contents of total lipids, monounsaturated FA, polyunsaturated FA and linoleic and linolenic acids, when compared to the diets served in May and September of 2010 ($p < 0.05$), and the linoleic acid content did not comply with the recommendations. The mean content of the FA linolenic acid (0.4%) was below the recommended value. On the other hand,

Table I
Average (\pm SD) content of energy, macronutrients and trans fatty acid offered daily by renal diets oral during months January and percentage of adequacy the macronutrients in relation to the recommended nutritional for adults and elderly of both sexes

Component	Months			Mean of Months \pm SD	Parameters
	January 2011	May 2010	September 2010		
Carbohydrate (g)	268.94 \pm 39.93 ^a	194.41 \pm 12.01 ^b	240.93 \pm 19.82 ^a	238.14 \pm 39.86	
%	72	52	64	63.5	45 – 60*
Protein [^] (g/kg/day)	1.13 \pm 0.20 ^a	1.02 \pm 0.02 ^a	0.87 \pm 0.02 ^{a,b}	1.01 \pm 0.16	0.60 -0.75**
Total lipids (g)	16.90 \pm 1.71 ^a	29.17 \pm 9.64 ^b	29.01 \pm 4.23 ^b	25.03 \pm 8.31	
%	10	18	17.4	15	20 -35***
SFA (g)	5.81 \pm 1.94	8.17 \pm 3.45	8.47 \pm 1.44	7.48 \pm 2.62	
%	3.5	4.9	5.1	4.5	\leq 10***
MUFA (g)	4.99 \pm 0.99 ^a	8.48 \pm 3.65 ^b	7.92 \pm 1.10 ^b	7.13 \pm 2.68	By difference
PUFA (g)	4.28 \pm 2.21 ^a	10.10 \pm 1.51 ^b	9.68 \pm 2.90 ^b	8.02 \pm 3.48	
%	2.7	6.1	5.8	4.8	\leq 11***
Linoleic fatty acid (g)	3.30 \pm 2.10 ^a	9.38 \pm 1.77 ^b	8.92 \pm 2.56 ^b	7.20 \pm 3.50	
%	2	5.6	5.4	4.3	2.5 – 9***
Linolenic fatty acid (g)	0.44 \pm 0.29 ^a	0.92 \pm 0.23 ^b	0.75 \pm 0.30 ^b	0.70 \pm 0.33	
%	0.3	0.5	0.4	0.4	0.5 – 2***
Trans fatty acid (g)	0.95 \pm 0.34	1.00 \pm 0.47	1.40 \pm 0.18	1.12 \pm 0.39	
%	0.8	0.6	0.8	0.7	\leq 1***
Energy (Kcal/kg [^] /day)	24.94 \pm 2.50 ^b	20.81 \pm 1.73 ^a	23.89 \pm 1.61 ^b	23.43 \pm 2.56	30 - 35***

*Brazilian Society of Diabetes, 2009; **Kidney Disease Outcomes Quality Initiative, 2002; ***Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2010.

^{a,b,c} Indicate significative difference between months

SFA= Saturated fatty acid ; MUFA=Monounsaturated fatty acids; PUFA=Polyunsaturated fatty acids

[^] Weight corresponding to an individual 60 kg

the saturated and *trans* FA contents complied with the FAO¹⁰ parameters (Table I).

With respect to the volume of foods carried by the diets (Table II), it can be seen that, on average, the diets carried a larger total volume in the month of January (2008g) in relation to the months of May and September, especially for the lunch and dinner meals, and the May diets presented the lowest energetic contents ($p < 0.05$), as shown in table I. Nevertheless for all the study periods, the kidney diets presented a low energy density (ED) with a mean value of 0.7 kcal/g (Table II).

Discussion

The results provided evidence of the inadequacy of the carbohydrate, protein and lipid contents, as well as the low energy content of the oral hospital diets served to patients with CKD. Carbohydrate contents above the recommended values were found in the months of January (72%) and September (64%). Although the die-

tary fiber contents of the diets were not determined in the diets, considering the foods contained in the menus, it can be estimated that these were deficient.

An excess of carbohydrates in the diet of CKD patients was also found by Morais *et al.* (2005)¹⁸, together with an insufficient amount of lipids (<35% of the energy value). A similar result was reported by Mafra *et al.* (2008)¹⁹ with 64.4% of carbohydrates in the diet of chronic non-dialysis kidney patients.

According to the Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (2002)⁵, between 0.6 and 0.75 g/kg/day of protein and between 30 and 35 kcal/kg/day are ideal values for CKD sufferers under conservative treatment. In the present study, the protein content was above the recommended value, whereas the energy content was below the recommended value, with a mean offer of 23.2kcal/kg/day (Table I). Other authors have also found energy deficits in diets for CKD sufferers, varying between 20.7 and 26.2 kcal/kg/day¹⁸⁻²⁰.

Researchers reported that the protein-energy ingestion of hospitalized patients was inferior to that ingested by prison inmates, who ingested an average of 3000 kcal

Table II

Average weight of food per meal and the total daily in diets and energy density during the three months of study

Month	Meals of renal diet- weight (g)						Total	Energy density (Kcal/g)
	Breakfast	Morning snack	Lunch	Snack	Dinner	Supper		
January 2011	405	199	416	380	408	200	2008	0,7
May 2010	384	211	406	230	346	144	1721	0,7
September 2010	422	190	312	384	274	180	1762	0,8
Mean	404	200	378	331	343	175	1830	0,7

*Weight corresponding to an individual 60 kg. ^{a,b,c}Indicate significative differences between months

and 100 g of protein per day, showing a difference of +1841 kcal and +55-50 g of proteins for the prison inmates²¹. Considering that the greater part of hospitalized patients consume a lower than normal volume of oral diet^{22,23}, the offer of a hypo-caloric diet could imply in malnutrition.

The diets studied showed a low ED, with a mean value of 0.7 kcal/g (Table II). Patients fed preparations with a low ED run the risk of ingesting an amount of energy inferior to their needs. Oliveira *et al.* (2010)²⁴ showed that 58.3% of the meals served in a hospital in Brasília (DF, Brazil) presented a very low ED (< 0.6 kcal/g), and none of the soft, hypocaloric and low in potassium diets, nor the milk puddings or milk-fruit shakes presented a high ED. The inclusion of more densely energetic ingredients, the preparation mode and the use of supplements could raise the ED and hence contribute to the recovery of the nutritional state of the hospitalized patients.

Although a hypo-protein diet is of concern due to its association with energy-protein malnutrition, low energy ingestion is amongst the main causes of malnutrition⁵. Quantities of protein similar to those found in the present study were reported by Mafra *et al.* (2008)¹⁹ and Duenhas *et al.* (2003)²⁰, who found 0.89 and 0.98 g/kg/day of protein in the diets of non-dialysis patients, respectively. The restriction of proteins in the diets of patients under conservative treatment was one of the first objectives of the diet-therapies, aiming to overcome the progressive loss of kidney function⁵, by reducing the levels of uremic toxins (urea, creatinine and uric acid)^{1,4}.

Importance has also been given to the protein source (animal or vegetable) with respect to kidney function. A study showed that diabetes type II patients who consumed 16 g/day texturized soy protein for 4 years, showed an improvement in their cardiovascular risk markers and also in their kidney function markers and reactive protein-C, when compared to another group on a diet without this vegetable protein. In part, the improvement in their diabetic nephropathy was attributed to the improvement in their lipid profile and glycemic control²⁵.

Researchers consider that the prescription of nutritional supplements, especially energy-protein ones is of benefit for the adequate nutrition of hospital patients²⁶. On the other hand, the use of oral food complement could

imply in a reduction in food ingestion, especially during the main meals (lunch and dinner)²³. The use of oral nutritional supplements could be part of a strategy for nutritional protein-energy adequacy, always taking the meal-times into consideration such that food consumption by the patient not is affected.

According to FAO (2010)¹⁰, the total lipids should represent between 20 and 35% of the TEV, however in the present study, none of the diets complied with the minimum recommended value at any moment (Table I). The quality of the lipids in the diet is also relevant since this appears to influence the secretion and action of insulin in the human organism. According to Manco *et al.* (2004)²⁷ the polyunsaturated FA linoleic acid, and especially linolenic acid, could be potential regulators of glycemic homeostasis, since they increase the fluidity of the cell membrane and reduce the expression of the lipogenic genes. In the present study the mean value for linolenic acid in the diets (0.7g) was below the recommended minimum (0.8g).

A study involving 2600 individuals showed that those with moderate CKD presented more hypertension, hypertriglyceridemia and hypercholesterolemia as compared to healthy individuals, and that the marine or land source of the linolenic acid ingested influenced the increase or reduction in prevalence. The individuals with CKD in the quadrant for greater consumption of the FAs eicosapentanoic acid (EPA) and docosahexanoic acid (DHA) had a 31% greater probability of reducing the development of CKD when compared to individuals in the last quadrant. On the other hand, those with greater consumption of linolenic acid showed a 73% greater probability of having CKD. The difference in the origin of the linolenic acid in the prevalence of CKD appears to be due to the fact that EPA and DHA have a protective effect on kidney function due to their anti-inflammatory properties, and are also capable of preventing other diseases such as cardiovascular ones, whilst the linolenic acid from nut oils has little influence²⁸.

The diets examined in the present study presented adequate levels of saturated and *trans* FA, but it is worth pointing out there is no daily limit recommended for the consumption of *trans* FA. From this viewpoint, of the three points in time examined, the diet offered to the patients in May of 2010 could be considered the healthiest.

Although with limitations (e.g. the reduced number of samples, sampling in a single hospital, verification and evaluation of the offer of energy-protein supplements), the inadequacies found in the present study indicate the need for better menu planning for oral hospital diets intended for CKD sufferers. In addition, the data presented contributes to filling a void in information available concerning the lipid profile of hospital diets prescribed for patients with CKD. Knowledge of both the quantity and quality of the lipids in the diets presented to these patients has several benefits, in particular the prevention of cardiovascular diseases.

The diet profile is linked to the development of several chronic illnesses. Conversely, the most significant effects of nutrition interventions are observed among individuals with pre-existing health problems (including CKD patients), possibly reflecting their enhanced motivation to improve eating habits, and consequently improving clinical outcomes²⁹. For these reasons, hospitalization time should be considered a very important phase that can be used to improve the nutritional education of the CKD patients by providing a nutritionally balanced hospital diet.

Conclusion

The oral hospital diets destined for patients with CKD presented deficits in energy and total lipids, and also in the FA linolenic acid. On the other hand, excesses of carbohydrates and proteins were also detected, with 100% of the diets considered inadequate for having passed the maximum recommended protein content. The diets elaborated for CKD sufferers were considered unbalanced and unfavorable for the nutritional care of the patients. With the aim of complying with the nutritional needs of patients with CKD and collaborating with their clinical treatment, the diets should be modified to assure the offer of essential lipids and also adequate energy, carbohydrate and protein contents. The correction of the nutritional imbalances found should be done not just due to the risk of installing malnutrition, but also because an excess of protein in the diet favors a rapid progression of the disease into the more advanced stages. The nutritional balanced hospital oral diet must be a useful tool to patient's nutritional education.

Acknowledgements

The authors are grateful to Ana Flávia L. Gontijo, Júlia S.M. de Sá and Daniele C. F. Moreira for help with sample data collection.

Funding

The authors declare that they have no conflict of interest. The study was funded by Fundação de Amparo

à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG, APQ 01558-09) and received support from Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES - Brazil) and from Conselho Nacional de Desenvolvimento e Científico e Tecnológico (CNPq - Brazil).

References

1. Mitch WE, Remuzzi G. Diets for patients with chronic kidney disease, still worth prescribing. *J Am Soc Nephrol* 2004; 15:234-7.
2. Castillo RF, Gallegos RF, Esteban de la Rosa, RJ, Amaro PP. Estudio longitudinal del peso e índice de masa corporal tras en el trasplante renal durante 5 años de evolución. *Nutr Hosp* 2014; 30:75-84.
3. Toigo G, Aparicio M, Attman P-O, Cano N, Cianciaruso B, Engel B, et al. (2000) Expert working group report on nutrition in adult patients with renal insufficiency (part 1 of 2). *Clin Nutr* 2000; 19:197-207.
4. Cianciaruso B, Pota A, Pisani A, Torraca S, Anecchini R, Lombardi P, et al. Metabolic effects of two low protein diets in chronic kidney disease stage 4-5; a randomized controlled trial. *Nephrol Dial Transplant* 2008; 23:636-44.
5. Kidney Disease Outcomes Quality Initiative. Clinical Practice Guidelines for Chronic Kidney Disease: Evaluation, Classification and Stratification. *Am J Kidney Dis* 2002; 39:1-266.
6. Chen J, Muntner P, Hamm LL, Fonseca V, Batuman V, Whelton PK, et al. Insulin resistance and risk of chronic kidney disease in nondiabetic US adults. *J Am Soc Nephrol* 2003; 14:469-77.
7. Landecho MF, Colina I, Huerta A, Fortuño A, Zalba G, Beloqui O. Relación entre las fases precoces de la enfermedad renal y el síndrome metabólico. *Rev Esp Cardiol* 2011; 64 373-8.
8. Voormolen N, Noordzij M, Grootendorst DC, Beetz I, Sijpkens YW, van Manen JG, et al. High plasma phosphate as a risk factor for decline in renal function and mortality in pre-dialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2007; 22:2909-16.
9. Schwingshackl L, Hoffmann G. Comparison of effects of long-term low-fat vs high-fat diets on blood lipid levels in overweight or obese patients: a systematic review and meta-analysis. *J Acad Nutr Diet* 2013; 113:1640-61.
10. Food Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation. Rome: Italy; 2010. (Accessed Dec 05, 2013, <<http://www.fao.org/docrep/013/i1953e/i1953e00.pdf>>).
11. Horwitz W. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18th ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC; 2010.
12. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4th ed. Brasília: Ministério da Saúde; 2005.
13. Hartman L, Lago RA. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. *Lab Pract* 1973; 22:475-81.
14. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Food energy – methods of analysis and conversion factors. Report of a technical workshop. Rome: Italy; 2003. (Accessed Dec 05, 2013, <<http://ftp.fao.org/docrep/fao/006/y5022e/y5022e00.pdf>>).
15. Center of Disease Control and Prevention. Can eating fruits and vegetables help people to manage their weight? *Res Pract Series* 2005; 1:1-6.
16. Institute of Medicine. Dietary reference intakes: recommended intakes for individuals, Washington, DC: National Academy Press; 2002.
17. Diretriz Brasileira de Diabetes 2009. São Paulo, SP: Sociedade Brasileira de Diabetes (Accessed Aug 10, 2013, <<http://www.diabetes.org.br>>).
18. Morais AAC, Silva MAT, Faintuch J, Vigidal EJ, Costa RA, Lyrio DC. Correlation of nutritional status and food intake in hemodialysis patients. *Clinics* 2005; 60:185-92.

19. Mafra D, Fávoro DIT, Fouque D, Cozzolino SMF. Determination of trace elements in the diet of non-dialyzed renal patients. *Nutrire* 2008; 33:61-72.
20. Duenhas MR, Draibe SA, Avessani CM, Sesso R, Cuppari L. Influence of renal function on spontaneous dietary intake and on nutritional status of chronic renal insufficiency patients. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2003; 57:1473-8.
21. Johns N, Edwards JSA, Hartwell HJ. Hungry in hospital, well-fed in prison? A comparative analysis of food service systems. *Appetite* 2013; 68:45-50.
22. Rasmussen HH, Kondrup J, Staun M, Ladefoged K, Lindorff K, Jørgensen LM, et al. A method for implementation of nutritional therapy in hospitals. *Clin. Nutr.* 2006; 25:515-23.
23. Sá JSM, Moreira DCF, Louvera Silva KA, Morgano MA, Quintaes KD. Consumption of oral hospital diets and percent adequacy of minerals in oncology patients as an indicative for the use of oral supplements. *Clin Nutr* 2014; 33:655-61.
24. Oliveira CS, Reis CS, Miranda TS, Akutsu RC, Savio KE, Botelho, R.E.A. (2010) Análise da densidade energética de preparações servidas em uma unidade de nutrição e dietética. *Nutrire* 35 77-86.
25. Azadbakht L, Atabak S, Esmailzadeh A. Soy Protein Intake, cardiorenal indices, and C-reactive protein in type 2 diabetes with nephropathy. *Diab Care* 2008; 31:648-54.
26. Hubbard GP, Elia M, Holdoway A, Stratton RJ. A systematic review of compliance to oral nutritional supplements. *Clin Nutr* 2012; 31:293-312.
27. Manco M, Calvani M, Mingrone G. Effects of dietary fatty acids on insulin sensitivity and secretion. *Diab Obesity Metab* 2004; 6:402-13.
28. Gopinath B, Harris DC, Flood VM, Burlutsky G, Mitchell P. Consumption of long-chain n-3 PUFA, α -linolenic acid and fish is associated with the prevalence of chronic kidney disease. *Br J Nutr* 2011; 105:1361-68.
29. Brito-Ashurst I, Perry L, Sanders TAB, Thomas JE, Dobbies H, Yaqoob MM. Applying research in nutrition education planning: a dietary intervention for Bangladeshi chronic kidney disease patients. *J Hum Nutr Diet* 2013; 26:403-13.



Original/Otros

Frecuencia de comidas fuera de casa y calidad de hidratos de carbono y de grasas en el Proyecto SUN

Cecilia Villacis¹, Itziar Zazpe^{1,2,3}, Susana Santiago¹, Carmen de la Fuente-Arrillaga^{2,3}, Maira Bes-Rastrollo^{2,3} y Miguel Angel Martínez-González^{2,3}

¹Departamento de Ciencias de la Alimentación y Fisiología, Universidad de Navarra, Pamplona. ²Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Universidad de Navarra, Pamplona. ³CIBER Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición (CIBERObn), Instituto de Salud Carlos III. España.

Resumen

Objetivo: Investigar la asociación entre la frecuencia de comidas fuera de casa (CFC) con a) la calidad de hidratos de carbono y b) la calidad de grasas.

Materiales y métodos: Se evaluaron 19.371 participantes de la cohorte SUN que completaron un cuestionario basal de frecuencia de consumo de alimentos previamente validado. Se utilizaron los índices de calidad de hidratos de carbono (ICHC) en una escala de 4 a 20 y de grasas (ICG) en una escala de 0,62 a 5,92. En ambos casos, a mayor puntuación mayor calidad. Se utilizó la regresión lineal múltiple para determinar la asociación entre la frecuencia de CFC (4 categorías) y la puntuación de ambos índices, y la regresión logística para medir la asociación entre la frecuencia de CFC y un bajo ICHC o ICG (<percentil 25).

Resultados: Los participantes mostraron una media de ICHC e ICG de 11,3 (DE 3,2) y 1,7 (DE 0,5), respectivamente. Una mayor frecuencia de CFC (≥ 2 veces/semana) se asoció con un menor ICHC (B: -0,29, IC 95%: -0,41 a -0,17, $p < 0,001$), y con un menor ICG (B: -0,02, IC 95%: -0,03 a -0,001, $p < 0,03$). Los participantes con CFC ≥ 2 veces/semana tuvieron mayor riesgo de peor ICHC (OR: 1,31, IC 95%: 1,17-1,46, $p < 0,001$), pero no de peor ICG (OR: 0,93 IC 95%: 0,83-1,03, $p 0,194$).

Conclusiones: Hacer con mayor frecuencia CFC se asoció con una peor calidad de grasas en la dieta y especialmente con peor calidad de hidratos de carbono. Estos resultados destacan la importancia de la educación nutricional dirigida a los consumidores de CFC.

(Nutr Hosp. 2015;31:466-474)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8153

Palabras clave: Comer fuera de casa. Índice de calidad de hidratos de carbono. Índice de calidad de grasas. Cohorte mediterránea.

Correspondencia: Itziar Zazpe García.

Departamento de Ciencias de la Alimentación y Fisiología.
Universidad de Navarra. Irunlarrea 1.
31080 Pamplona, Navarra, España.
E-mail: izazpe@unav.es

Recibido: 1-X-2014.

Aceptado: 3-XI-2014.

FREQUENCY OF EATING AWAY-FROM-HOME AND QUALITY OF DIETARY CARBOHYDRATE AND FAT INTAKE IN THE SUN PROJECT

Abstract

Objective: To investigate the association between eating-away-from-home (EAFH) and a) the quality of dietary carbohydrate intake and b) the quality of fat intake.

Material and methods: We assessed 19,371 participants in the SUN cohort who completed a validated baseline food frequency questionnaire. Quality indices of carbohydrate (CQI) and fat (FQI) were used. Multiple regression models were fitted to determine the association between the frequency of EAFH (4 categories) and both indices. Logistic regression analysis was used to assess the association between the frequency of EAFH and low CQI or FQI (<25th percentile).

Results: Participants showed an average CQI and FQI of 11,3 (SD 3,2) and 1,7 (SD 0,5), respectively. A higher frequency of EAFH (≥ 2 times/week) was associated with a poorer CQI and a poorer FQI. For CQI, the adjusted mean difference was -0,29, 95%CI: -0,41, -0,17 (p for trend $< 0,001$), and for FQI it was -0,02, 95%CI: -0,03, -0,001 (p for trend 0,03). Participants with a highest frequency (≥ 2 times/week) of EAFH had higher adjusted risk of a poorer CQI, (adjusted OR 1,31, 95%CI 1,17, 1,46, p for trend $< 0,001$), but this habit (EAFH) was unrelated to FQI (adjusted OR 0,93, 95%CI: 0,83, 1,03, p for trend 0,194).

Key findings: A higher frequency of EAFH was associated with a poorer quality of dietary fat, and particularly, dietary carbohydrate. These findings highlight the importance of nutritional education addressed to consumers who frequently do out-of-home meals.

(Nutr Hosp. 2015;31:466-474)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8153

Key words: Eating away-from-home. Carbohydrate quality. Fat quality. Mediterranean Cohort.

Introducción

Los índices dietéticos, son instrumentos frecuentemente utilizados en epidemiología nutricional, no sólo para medir la calidad de dieta, sino también para establecer relaciones entre hábitos alimentarios y salud¹. La dieta mediterránea se considera un referente de dieta saludable², aunque en España, los patrones de consumo de alimentos, energía y nutrientes han cambiado notablemente en los últimos 40 años, difiriendo en la actualidad de la dieta mediterránea tradicional y saludable³.

Este alejamiento del patrón mediterráneo también implica una menor realización de comidas en el hogar. Estudios recientes constatan una tendencia al alza en el hábito de comer fuera de casa (CFC)^{4,5}. En España, según los resultados del “Estudio sobre el mercado extradoméstico de alimentación (2013)”, el 60% de total de visitas a establecimientos de alimentación corresponden a restaurantes de comida rápida o consumo inmediato. (MAGRAMA, 2012)⁶.

Por otro lado, diversos estudios han examinado las características nutricionales de las comidas fuera de casa y en especial de la comida *fast food*, que en general aporta un mayor aporte calórico, de grasa total y Ácidos Grasos Saturados (AGS) y una menor ingesta de fibra, macronutrientes y vitaminas⁷⁻¹⁴. Sin embargo, en la literatura científica, se utilizan distintos criterios para definir operativamente el CFC y no existe por el momento una definición ni clasificación consensuada¹⁵.

Los hidratos de carbono (HC) son el componente principal de la dieta y el efecto de su consumo sobre la salud debe medirse de acuerdo a la secreción de insulina y la glucemia postprandial¹⁶. Así, un metaanálisis de 2008 mostró que las dietas con bajo índice glucémico (IG) influyen favorablemente en los parámetros fisiológicos implicados como marcadores intermedios del sobrepeso y la obesidad, la diabetes mellitus y el riesgo de enfermedad cardiovascular¹⁷. Además, existen evidencias de que el consumo de alimentos ricos en fibra de cereales o mezclas de granos enteros y salvado se asocia a una reducción en el riesgo de obesidad, diabetes tipo 2 y enfermedad cardiovascular, según lo publicado por la *Society for Nutrition Position*¹⁸. Recientemente se ha desarrollado un índice de calidad de los hidratos de carbono (ICHC), que pretende medir de manera multidimensional la calidad de los HC y su asociación con la adecuación de micronutrientes en la dieta¹⁹.

En relación con la calidad de las grasas, existe cierto consenso en que la ingesta de Ácidos Grasos Trans (AGT) debe reducirse al mínimo, el consumo de Ácidos Grasos Monosaturados (AGM) debe aumentar y que los AGS debe ser sustituido por Ácidos Grasos Polinsaturados (AGP)²⁰.

Sin embargo, hasta el momento no existen estudios, según nuestro conocimiento, que hayan examinado de manera multidimensional la asociación entre la frecuencia de consumo de CFC y la calidad nutricional de los HC y de grasas de la dieta. En este contexto el objetivo

del presente trabajo fue analizar la asociación entre la frecuencia de consumo de comidas fuera de casa con la calidad de HC y grasas de la dieta de los participantes de la cohorte mediterránea SUN.

Materiales y métodos

Población de estudio

El proyecto SUN, es un estudio de cohortes prospectiva y multipropósito, diseñado para estudiar la asociación entre la dieta y las enfermedades crónicas²¹. El reclutamiento de los participantes todos españoles graduados universitarios, se inició en el año 1999, y está permanentemente abierto. Los sujetos cumplimentan periódicamente una serie de cuestionarios, que se envían bienalmente por correo postal o electrónico existiendo hasta la fecha 7 cuestionarios de seguimiento. La cohorte SUN se lleva a cabo de acuerdo a las directrices establecidas en las declaraciones de Helsinki. El protocolo del estudio fue aprobado por el Comité de Investigación de la Universidad de Navarra. Se consideró que la respuesta al cuestionario basal equivalía al consentimiento informado de los individuos a participar.

Para este estudio, se tuvieron en cuenta los participantes que hubieran contestado el cuestionario basal antes de diciembre de 2013 ($n=21.398$). De ellos, se excluyeron los sujetos con una ingesta energética fuera de los valores determinados (mujeres menor de 500 kcal/día o mayor de 3.500 kcal/día y en varones menor de 800 kcal/día o mayor de 4.000 kcal/día), eliminando a 2.027 personas. Así, la muestra final estuvo compuesta por 19.371 participantes.

Evaluación de la exposición

La valoración dietética se realizó utilizando un cuestionario semicuantitativo de frecuencia de consumo de alimentos (CFCA), previamente validado en España y reevaluado con posterioridad²²⁻²³.

La información sobre la frecuencia de comidas fuera de casa, se midió con la pregunta del cuestionario basal: *¿Con qué frecuencia haces comidas fuera de casa?* Que incluía las mismas 9 categorías de respuesta que las del CFCA entre: “Nunca o casi nunca” hasta “Más de 6 veces al día”. Para evaluar la calidad de HC de la dieta, se empleó el Índice de Calidad de HC (ICHC) que tiene en cuenta la ingesta de fibra dietética (g/d), IG de la dieta, ratio cereales integrales/(cereales integrales + cereales refinados) y ratio HC sólidos/(HC sólidos + HC líquidos)^{19,24}. Para cada uno de estos cuatro componentes, los participantes fueron clasificados en quintiles y se les dio un valor (1 - 5) de acuerdo con cada quintil. Finalmente, sumando todos los valores, se obtuvo el ICHC, con un rango que oscila entre 4 y 20.

El ICG se calculó como el ratio $(AGM + AGP) / (AGS + AGT)$. De acuerdo con este índice, cuyo rango oscila entre 0,62 y 5,92, los participantes fueron clasificados en quintiles¹⁹.

Por último, para valorar la adhesión al patrón de dieta mediterránea se usó el índice *a priori* creado por Trichopoulos y col.²⁵.

Análisis estadístico

Se emplearon el test de Chi cuadrado y ANCOVA ajustados por edad y sexo para comparar proporciones y medias.

Se llevó a cabo una regresión lineal múltiple para valorar la asociación entre la frecuencia de consumo de comidas fuera de casa y el ICHC o el ICG basal. Como variable independiente se usó la frecuencia de CFC dividida en cuatro categorías: “Nunca o casi nunca”, “Entre 1 y 3 veces al mes”, “1 vez por semana” y “ ≥ 2 veces a la semana”. En segundo lugar, se realizó una regresión logística no condicional en la que la variable dependiente fue tener un ICHC o un ICG inferior al percentil 25 y percentil 50 en el momento de inclusión en el estudio, con el fin de evaluar la asociación entre la frecuencia de comidas fuera de casa y el riesgo de un peor ICHC o ICG. En todos los casos se consideró la primera de las cuatro categorías como referencia.

En ambos análisis estadísticos se realizaron cuatro modelos con distintos niveles de ajuste: a) modelo crudo, b) ajustado por edad, sexo y nivel educativo, c) ajustado adicionalmente por ingesta energética total y de HC o grasas para el análisis con ICHC o ICG respectivamente y d) ajustado además por Índice de Masa Corporal (IMC), tabaco, adhesión al patrón de dieta mediterránea y actividad física.

Todos los análisis estadísticos efectuados se repitieron cambiando los criterios de inclusión. En total se llevaron a cabo tres análisis de sensibilidad. El primero excluyendo a los sujetos que respondieron que seguían alguna dieta especial en el cuestionario basal. El segundo, eliminando a los participantes que dejaron en blanco la pregunta relativa a la frecuencia de consumo de comidas fuera de casa. Y un tercer y último análisis, excluyendo a los sujetos que padecían o habían padecido en el momento de la inclusión en la cohorte diabetes, enfermedad cardiovascular o algún tipo de cáncer.

El test de tendencia lineal fue calculado introduciendo las categorías de CFC como variables continuas en los modelos. Se calcularon intervalos de confianza (IC) al 95%. Un valor $P < 0,05$ se consideró estadísticamente significativo. Para el análisis estadístico se utilizó el programa STATA 12.0 para Windows.

Resultados

La tabla I muestra las características basales de los participantes. La media de edad fue de 38,4 (DE 12,3),

siendo el 61,4 % mujeres. En el momento de inclusión en la cohorte, el 25,9 % de los participantes comían fuera de casa con una frecuencia de ≥ 2 veces por semana. Una mayor frecuencia en las comidas fuera de casa (≥ 2 veces por semana) se asoció directamente y de manera significativa con el hábito tabáquico, el nivel educativo, la actividad física y la hipercolesterolemia prevalente. Por el contrario, se observó una asociación inversa, estadísticamente significativa, entre una mayor frecuencia de consumo de comidas fuera de casa y la edad, el ser mujer y la probabilidad de presentar diabetes e hipertensión arterial.

Respecto a la dieta, los sujetos con mayor frecuencia de comidas fuera de casa, presentaron una mayor ingesta de energía, alcohol, proteínas y un mayor consumo de pescados y mariscos, carnes y comida *fast food*. Además, su dieta se caracterizó por un mayor IG, un mayor consumo de HC líquidos, cereales refinados, AGM y un menor consumo de fibra, de HC sólidos y cereales integrales. Por el contrario, no salir nunca o casi nunca a CFC, se asoció con una mayor ingesta de HC y un mayor consumo de frutas, verduras y hortalizas, legumbres, lácteos y aceite de oliva.

Las tablas II y III muestran los valores crudos y ajustados en el ICHC, calculados mediante regresión lineal múltiple, para medir la asociación entre la frecuencia de consumo de comidas fuera de casa y el ICHC o ICG respectivamente. El hábito de CFC frecuentemente se asoció de manera significativa con un menor ICHC, tanto en el modelo crudo como en los tres modelos multivariantes al ir ajustando por diferentes factores de confusión (Tabla II).

Así, en el modelo 3, después de ajustar por la edad, sexo, nivel educativo, ingesta de energía total y de HC, IMC, hábito tabáquico, adhesión a dieta mediterránea y actividad física, los coeficientes β de CFC entre 1-3 veces al mes, 1 vez por semana o al menos 2 por semana fueron respectivamente, -0,18 (-0,30, -0,07), -0,22 (-0,34, -0,10) y -0,29 (-0,41, -0,17) respecto a la categoría de referencia (no CFC nunca o casi nunca) (P tendencia lineal $< 0,001$). Por lo que respecta al ICG, los participantes con mayor frecuencia de consumo de comidas fuera de casa presentaron menores cifras de ICG respecto a los que no lo hacían nunca o casi nunca (1,687 frente a 1,715) (Tabla III). Este menor ICG se obtuvo incluso en el modelo de máximo ajuste, con un valor β de -0,017 (-0,034, -0,001) entre los participantes con una frecuencia de CFC igual o superior a 2 veces por semana, frente a los que nunca o casi nunca CFC (P tendencia lineal = 0,03).

Por último, los participantes que más veces comían fuera del hogar tuvieron un 31% más riesgo de tener un ICHC basal inferior al percentil 25 en el análisis multivariable más ajustado (P tendencia lineal $< 0,001$) (Tabla IV). En el caso del ICG, aunque en los modelos 1 y 2 ajustados por edad, sexo y nivel educativo en el primer caso y adicionalmente por ingesta energética total y de grasas en el segundo, se observó un menor riesgo, estadísticamente significativo de no alcan-

Tabla I
Características basales de acuerdo a la frecuencia consumo de comidas fuera de casa en 19.371 participantes.
[Media (desviación estándar) o porcentaje]

	Frecuencia de consumo de comidas fuera de casa				P*
	Nunca o casi nunca	1-3 veces/mes	1 vez/ semana	≥2/semana	
N	4386	5768	4201	5016	
Sexo (% Mujeres)	61,4	64,6	61,2	51,9	<0,001
Edad (años)	40,7 (13,3)	38,4 (12,4)	37,1 (12,0)	37,2 (11,0)	<0,001
IMC (kg/m ²)	23,7 (3,6)	23,4 (3,5)	23,4 (3,5)	23,8 (3,6)	0,178
Fumadores (%)	20,9	20,6	22,3	22,7	<0,001 [†]
Nivel educativo (años de universidad)	5,0 (1,5)	5,0 (1,5)	5,0 (1,5)	5,3 (1,6)	<0,001
Actividad física (METs-h/semana)	20,0 (22,1)	21,6 (22,2)	22,3 (22,5)	23,1 (24,0)	<0,001
Enf. cardiovascular prevalente (%)	1,3	1,2	1,6	1,4	0,281 [†]
Diabetes prevalente (%)	2,4	1,8	1,8	1,6	0,024 [†]
Hipertensión prevalente (%)	9,0	6,8	6,8	7,3	<0,001 [†]
Hipercolesterolemia prevalente (%)	18,4	17,0	17,4	19,1	0,025 [†]
Picoteo (%)	32,9	33,7	34,7	34,1	0,255 [†]
Seguimiento dieta especial (%)	8,4	8,1	8,6	8,5	0,804 [†]
Ingesta de energía (kcal/d)	2302	2349	2354	2359	0,017
Ingesta carbohidratos (% E)	43,6 (7,9)	43,5 (7,4)	43,1 (7,2)	42,8 (7,4)	<0,001
Índice glucémico	51,8 (5,0)	52,1 (4,7)	51,9 (4,5)	52,0 (4,6)	<0,001
Carbohidratos sólidos (g/d)	218,1 (81,3)	222,3 (76,6)	217,2 (75,0)	213,8 (74,7)	<0,001
Carbohidratos líquidos (g/d)	12,7 (16,5)	13,9 (16,8)	15,3 (17,0)	16,3 (17,9)	<0,001
Cereales integrales (g/d)	13,1 (34,1)	12,8 (31,7)	14,0 (32,1)	12,7 (28,3)	0,125
Cereales refinados (g/d)	136,8 (88,7)	141,6 (85,3)	139,9 (83,5)	140,2 (81,4)	<0,001
Fibra total (g/d)	28,8 (13,4)	28,5 (12,4)	27,6 (11,6)	26,6 (11,9)	<0,001
Grasas (% E)	36,2 (7,0)	36,6 (6,6)	36,6 (6,4)	36,5 (6,4)	0,621
AGM (% de E)	15,5 (4,0)	15,8 (3,8)	15,8 (3,6)	15,7 (3,6)	0,020
AGP (% de E)	5,2 (1,7)	5,2 (1,6)	5,2 (1,5)	5,2 (1,5)	0,595
AGS (% de E)	12,3 (3,4)	12,4 (3,2)	12,5 (3,2)	12,5 (3,1)	0,724
AGT (% de E)	0,9 (0,6)	0,9 (0,5)	1,0 (0,6)	1,0 (0,5)	0,564
n-3 (g/d)	2,6 (1,3)	2,6 (1,2)	2,6 (1,2)	2,7 (1,2)	0,173
n-6 (g/d)	17,3 (13,5)	17,8 (11,6)	18,0 (11,9)	17,9 (11,4)	0,230
Colesterol (mg/d)	406,8 (159,4)	412,0 (145,6)	417,7 (147,0)	418,9 (151,6)	0,413
Proteínas (% E)	18,4 (3,7)	18,2 (3,3)	18,2 (3,2)	18,1 (3,2)	0,011
Alcohol (g/d)	5,8 (10,6)	5,6 (8,5)	7,0 (9,7)	8,5 (11,7)	<0,001
Frutas (g/d)	363,0 (323,5)	359,0 (297,8)	336,3 (276,0)	312,9 (275,6)	<0,001
Verduras y hortalizas (g/d)	538,3 (351,4)	535,9 (349,3)	527,3 (334,3)	508,2 (327,1)	0,731
Pescados y mariscos (g/d)	96,6 (63,1)	97,2 (60,9)	98,7 (58,5)	100,5 (60,3)	<0,001
Carnes (g/d)	171,8 (83,4)	173,4 (76,3)	175,4 (77,2)	178,6 (81,3)	0,563
Legumbres (g/d)	24,1 (19,9)	23,2 (19,1)	22,4 (18,1)	21,3 (15,8)	<0,001
Lácteos (g/d)	197,3 (211,1)	196,9 (200,8)	188,0 (190,1)	188,2 (182,2)	<0,001
Aceite de oliva (g/d)	17,8 (15,3)	19,4 (15,2)	18,8 (14,6)	17,6 (14,2)	<0,001
Frutos secos (g/d)	7,5 (13,6)	7,2 (12,0)	6,9 (10,4)	7,5 (11,5)	0,104
Fast food (g/d)	18,8 (20,2)	20,0 (18,7)	23,3 (20,4)	24,5 (23,2)	<0,001

*P calculados con ANCOVA ajustados por edad y sexo. [†]P calculados con el test de Chi cuadrado.

Tabla II
Estimaciones (regresión de coeficientes, β) de los cambios en el Índice de Calidad de Hidratos de Carbono de acuerdo a la frecuencia de consumo de comidas fuera de casa

	Frecuencia de consumo de comidas fuera de casa				P*
	Nunca o casi nunca	1-3 veces/mes	1 vez/semana	≥ 2 / semana	
N	4386	5768	4201	5016	
ICHC (DE)	11,5 (3,2)	11,4 (3,2)	11,3 (3,2)	11,1 (3,3)	
	B (IC 95 %)	B (IC 95 %)	B (IC 95 %)	B (IC 95 %)	
Crudo	0 (ref)	-0,13 (-0,26, -0,001)	-0,23 (-0,37, -0,10)	-0,45 (-0,59, -0,32)	<0,001
Multivariable 1	0 (ref)	-0,07 (-0,20, 0,05)	-0,27 (-0,16, 0,11)	-0,15 (-0,28, -0,02)	0,03
Multivariable 2	0 (ref)	-0,09 (-0,22, 0,02)	-0,04 (-0,18, 0,08)	-0,17 (-0,30, -0,04)	0,02
Multivariable 3	0 (ref)	-0,18 (-0,30, -0,07)	-0,22 (-0,34, -0,10)	-0,29 (-0,41, -0,17)	<0,001

Multivariable 1. Ajustado por edad (continua), sexo y nivel educativo (continua).

Multivariable 2. Ajustado por edad (continua), sexo, nivel educativo (continua), ingesta energética total (continua) e ingesta de HC (continua).

Multivariable 3. Ajustado por edad (continua), sexo, nivel educativo (continua), ingesta energética total (continua), ingesta de HC (continua), IMC, tabaco (3 categorías), adhesión a dieta mediterránea (continua) y actividad física total (continua).

*P para el test de tendencia lineal.

Tabla III
Estimaciones (regresión de coeficientes, β) de los cambios en el Índice de Calidad de Grasas de acuerdo a la frecuencia de consumo de comidas fuera de casa

	Frecuencia de consumo de comidas fuera de casa				P*
	Nunca o casi nunca	1-3 veces/mes	1 vez/semana	≥ 2 / semana	
N	4386	5768	4201	5016	
ICG (DE)	1,715 (0,5)	1,716 (0,5)	1,692 (0,4)	1,687	
	B (IC 95 %)	B (IC 95 %)	B (IC 95 %)	B (IC 95 %)	
Crudo	0 (ref)	0,001 (-0,017, 0,018)	-0,023 (-0,043, -0,04)	-0,028 (-0,046, -0,009)	<0,001
Multivariable 1	0 (ref)	0,006 (-0,011, 0,025)	-0,005 (-0,025, 0,014)	-0,001 (-0,019, 0,019)	0,68
Multivariable 2	0 (ref)	0,006 (-0,012, 0,024)	-0,005 (-0,025, 0,014)	-0,001 (-0,019, 0,019)	0,68
Multivariable 3	0 (ref)	-0,009 (-0,025, 0,006)	-0,036 (-0,053, -0,019)	-0,017 (-0,034, -0,001)	0,03

Multivariable 1. Ajustado por edad (continua), sexo y nivel educativo (continua).

Multivariable 2. Ajustado por edad (continua), sexo, nivel educativo (continua), ingesta energética total (continua) e ingesta de grasas (continua).

Multivariable 3. Ajustado por edad (continua), sexo, nivel educativo (continua), ingesta energética total (continua), ingesta de grasas (continua), IMC, tabaco (3 categorías), adhesión a dieta mediterránea (continua) y actividad física total (continua).

*P para el test de tendencia lineal.

zar un ICG inferior al percentil 25, en el modelo más ajustado no se encontró ninguna asociación (Tabla V). Cuando se consideró como punto de corte el percentil 50 del ICHC o FQI para evaluar el riesgo de tener un peor índice basal, los resultados fueron similares a los recogidos en las tablas IV y V (datos no mostrados).

Se realizaron tres análisis de sensibilidad. En el primero se excluyeron a los participantes que seguían una dieta especial en el momento que cumplimentaron el cuestionario basal ($n= 17.270$). En el segundo se excluyeron a los sujetos que no contestaron en dicho cuestionario la pregunta referente a la frecuencia de consumo de comidas fuera de casa ($n= 17.479$ sujetos). En el tercer y último análisis de sensibilidad, se excluyeron a 1.328 participantes que presentaban en el momento de la inclusión alguna de estas tres enfer-

medades prevalentes (diabetes, enfermedad cardiovascular o cáncer) ($n=18.043$). Los resultados obtenidos, fueron similares a los expuestos anteriormente (datos no mostrados).

Discusión

En el presente estudio observacional y transversal con graduados universitarios españoles de mediana edad, una mayor frecuencia de CFC se asoció con un menor ICHC y ICG, así como con un mayor riesgo de tener peor ICHC, entendiendo como tal un valor inferior o igual a 9 (rango entre 4 y 20).

Cabe destacar, que en la literatura científica no se han encontrado estudios previos que hayan investiga-

Tabla IV
Odds ratios e Intervalos de Confianza 95 % de tener un Índice de Calidad de Carbohidratos inferior al percentil 25, de acuerdo con la frecuencia de consumo de comidas fuera de casa

	Frecuencia de consumo de comidas fuera de casa				P*
	Nunca o casi nunca	1-3 veces/mes	1 vez/semana	≥2/ semana	
N	4386	5768	4201	5016	
% con ICHC < p25	18,5	20,1	21,7	24,0	
		OR (IC 95 %)	OR (IC 95 %)	OR (IC 95 %)	
Crudo	1 (ref)	1,10 (1,00-1,22)	1,22 (1,09-1,35)	1,39 (1,26-1,54)	<0,001
Multivariable 1	1 (ref)	1,07 (0,96-1,18)	1,08 (0,97-1,21)	1,20 (1,08-1,33)	<0,001
Multivariable 2	1 (ref)	1,09 (0,98-1,21)	1,10 (0,99-1,23)	1,22 (1,10-1,35)	<0,001
Multivariable 3	1 (ref)	1,14 (1,02-1,27)	1,23 (1,09-1,38)	1,31 (1,17-1,46)	<0,001

Multivariable 1. Ajustado por edad (continua), sexo y nivel educativo (continua).

Multivariable 2. Ajustado por edad (continua), sexo, nivel educativo (continua), ingesta energética total (continua) e ingesta de HC (continua).

Multivariable 3. Ajustado por edad (continua), sexo, nivel educativo (continua), ingesta energética total (continua), ingesta de HC (continua), IMC, tabaco (3 categorías), adhesión a dieta mediterránea (continua) y actividad física total (continua).

*P para el test de tendencia lineal.

Tabla V
Odds ratios e Intervalos de Confianza 95 % de tener un Índice de Calidad de Grasas inferior al percentil 25, de acuerdo con la frecuencia de consumo de comidas fuera de casa

	Frecuencia de consumo de comidas fuera de casa				P*
	Nunca o casi nunca	1-3 veces/mes	1 vez/semana	≥2/ semana	
N	4386	5768	4201	5016	
% con ICG < p25	26,3	24,5	23,9	25,4	
		OR (IC 95 %)	OR (IC 95 %)	OR (IC 95 %)	
Crudo	1 (ref)	0,91 (0,83-0,99)	0,88 (0,79-0,97)	0,95 (0,87-1,04)	0,558
Multivariable 1	1 (ref)	0,90 (0,82-0,99)	0,84 (0,76-0,93)	0,89 (0,81-0,98)	0,035
Multivariable 2	1 (ref)	0,91 (0,83-0,99)	0,84 (0,76-0,93)	0,89 (0,81-0,98)	0,037
Multivariable 3	1 (ref)	0,94 (0,85-1,04)	0,93 (0,83-1,03)	0,93 (0,83-1,03)	0,194

Multivariable 1. Ajustado por edad (continua), sexo y nivel educativo (continua).

Multivariable 2. Ajustado por edad (continua), sexo, nivel educativo (continua), ingesta energética total (continua) e ingesta de grasas (continua).

Multivariable 3. Ajustado por edad (continua), sexo, nivel educativo (continua), ingesta energética total (continua), ingesta de grasas (continua), IMC, tabaco (3 categorías), adhesión a dieta mediterránea (continua) y actividad física total (continua).

*P para el test de tendencia lineal.

do del mismo modo la asociación entre la frecuencia de consumo extra-doméstico y la calidad de HC y de grasas. Existen por el contrario, varias publicaciones que sí han tenido en cuenta las mismas variables dietéticas que las incluidas en el ICHC o en el ICG, pero de manera individual, para evaluar su relación con la comida fuera de casa, y especialmente, con el *fast food*.

Nuestro estudio ha corroborado que con la edad la frecuencia de consumo de CFC disminuye. En general, algunos estudios previos han mostrado también asociaciones entre CFC y el sexo, más frecuente en varones²⁶⁻²⁷, así como como con un mayor nivel educativo²⁸.

Igualmente y de manera consistente, diversas investigaciones previas también han encontrado asociación entre el consumo de CFC y una mayor ingesta

de energía, AGM, HC líquidos, cereales refinados, alcohol, pescado, comida *fast food* y alcohol^{29,30}. Por el contrario, no comer fuera nunca o casi nunca se asoció a una mayor calidad nutricional de la dieta, con un mayor consumo de HC sólidos, fibra, proteínas, frutas, legumbres, lácteos y aceite de oliva. En este sentido, también se ha descrito que el hecho de preparar la propia comida y participar en actividades culinarias se ha asociado con una mejor calidad de la dieta en adultos jóvenes^{8,30}. En relación al ICHC, los resultados obtenidos en nuestro estudio son consistentes con estudios previos, que han demostrado que, a mayor número de comidas fuera de casa mayor IG y menor aporte de fibra, así como un predominio de los HC líquidos frente a los sólidos y de los cereales refinados frente a los integrales⁷⁻¹³.

Los mecanismos que podrían explicar la asociación directa encontrada entre la frecuencia de consumo de comidas fuera del hogar, el ICHC y el riesgo de tener peor ICHC basal, son diversos. La tendencia descrita a incrementar el tamaño de las raciones cuando se come fuera de casa y a consumir alimentos de alta densidad energética pero de baja densidad nutricional por un lado, y por otro, a la menor variedad de algunos grupos de alimentos ofrecida por algunos restaurantes. Así por ejemplo, en los restaurantes tipo *fast food* la oferta de frutas, verduras, legumbres y cereales integrales, suele ser inferior a la de otros productos con menor contenido en fibra, mayor IG y mayor contenido en HC líquidos.¹²

Otro de los hallazgos importantes en este estudio fue la asociación entre las CFC y un bajo ICG. Varios autores han explicado esta asociación por los altos contenidos de AGS y AGT que caracterizan en su mayoría a los platos de CFC, sobre todo si se habla de *fast food*^{4,31}. Por otro lado, también existen resultados previos y similares a los nuestros, en relación a CFC y un mayor aporte de grasa total, AGS y AGT^{4,32}.

Aunque la ausencia de asociación entre una mayor frecuencia de consumo de CFC y un peor ICG (menor a 1,39 entre un rango de 0,62 y 5,92) puede resultar sorprendente a priori, varias son las razones que podrían explicar este hallazgo. En primer lugar, es probable que las tablas de composición de alimentos empleadas para calcular la ingesta dietética no incluyan el contenido de los distintos tipos de grasas en todos los alimentos³³, ni que reflejen las posibles reformulaciones en la composición nutricional de alimentos tradicionalmente fuente de AGS y AGT. De hecho una reciente revisión de productos de bollería comercializados en España, constató una disminución en el contenido de AGT en los últimos años y señala la importancia de contar con información nutricional actualizada de los nuevos productos ofertados, para estimar con precisión la ingesta³⁴.

Estos aspectos metodológicos han podido limitar que el ICG responda a la ingesta real de los distintos tipos de grasas. Prueba de ello, es la diferencia mínima existente entre el valor de ICG de las categorías extremas (1,715 en los que nunca o casi nunca comen fuera de casa, frente a 1,687 de los que lo hacen dos o más veces). Por otro lado, los participantes podrían no haber reflejado con exactitud el consumo de grasas parcialmente hidrogenadas empleadas en algunos restaurantes, o de raciones grandes con el consiguiente aporte extra de grasa. Y por último, las grasas comestibles y los aceites constituyen la principal fuente de grasa de la dieta y uno de los grupos de alimentos más difíciles de medir en lo relativo tanto a su frecuencia de consumo como a la cantidad consumida. Precisamente, en estos participantes que comen fuera de casa, y que no preparan la comida, puede ser mayor el error para estimar su ingesta y las porciones consumidas³⁵.

El presente estudio presenta algunas limitaciones. Primera, dado que el proyecto SUN es un estudio observacional no se puede establecer una relación causalmente firme. Segunda, el CFCA empleado puede

presentar cierto error de medida. Sin embargo, este método de evaluación de la ingesta dietética ha sido previamente validado²² y sigue siendo uno de los más usados en epidemiología nutricional. Tercera, los dos índices dietéticos empleados para evaluar la calidad de la dieta no han sido previamente validados. Sin embargo, ambos índices han sido calculados a partir de un CFCA repetidamente validado en España y además, se han utilizado anteriormente con éxito para estudiar la asociación con la adecuación de micronutrientes en la dieta, cambio de peso e incidencia de obesidad, en el mismo proyecto SUN obteniendo resultados estadísticamente significativos^{19,23}. Cuarta, la muestra estudiada, todos graduados universitarios, hace que no pueda ser considerada representativa de la población general y por lo tanto, los resultados no serían completamente generalizables. Sin embargo, esta limitación puede verse como una ventaja ya que dicha homogeneidad respecto al nivel educativo, y quizás en el patrón alimentario de los participantes a la entrada en el estudio, en realidad aumenta la validez, al reducir una posible confusión relacionada con la situación socioeconómica, el nivel educativo y sus hábitos alimentarios. En cualquier caso, todos los análisis se han ajustado por la ingesta de energía total y por otros factores de confusión relacionados con la dieta basal (adhesión al patrón de dieta mediterránea). Asimismo, y de manera adicional se ajustó por la cantidad de HC o de grasas al evaluar los cambios en el ICHC o ICG respectivamente. Quinta, cabe la posibilidad de que los hallazgos encontrados se deban a algún factor de confusión no incluido en los análisis. Sin embargo, todos los análisis han sido ajustados por los principales factores de confusión conocidos hasta el momento. Sexta, no se ha podido establecer la asociación entre el tipo, la cantidad de comida consumida fuera de casa, la toma del día realizada fuera de casa ni el tipo de establecimiento y la calidad de HC o grasas de la dieta, ya que el cuestionario empleado no recogía dicha información. Séptima y última, la escasez de estudios previos con unos objetivos similares al presente estudio, ha dificultado la comparación de los resultados que se han obtenido.

Por otro lado, en cuanto a las fortalezas, el nivel de educación de los participantes y su alto grado de motivación aumenta su validez interna, disminuye la confusión asociada al nivel socioeconómico (aunque no lo elimina en su totalidad) y mejora la calidad y la fiabilidad de la información recibida. Otra fortaleza del proyecto SUN ya mencionada es que el método usado para medir la ingesta dietética ha sido validado con anterioridad. Por último, el alto número de participantes de la cohorte y su tasa de retención elevada son otras fortalezas a tener en cuenta en nuestros resultados.

Conclusión

Se han encontrado diferencias en el patrón de consumo de alimentos y la calidad nutricional de la dieta,

en función de la frecuencia de comidas fuera de casa, siendo en general peor, en el caso de los participantes que comen fuera de casa ≥ 2 veces por semana. Este aumento en la frecuencia de consumo fuera del hogar, también se asoció a una menor calidad de HC en la dieta. Por otro lado los participantes con un consumo de comidas fuera de casa ≥ 2 veces por semana, tienen un 31% más de riesgo de tener un ICHC bajo. Asimismo, esta alta frecuencia de consumo de comidas fuera de casa se relaciona a una menor calidad de grasas en la dieta.

Sin embargo, es necesario llevar a cabo nuevas investigaciones sobre los tipos de establecimiento, alimentos y cantidades consumidas fuera del hogar para confirmar los resultados obtenidos en este estudio.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer la entusiasta colaboración de los participantes de la cohorte SUN. También nos gustaría dar las gracias a los demás miembros del grupo del estudio SUN Alonso A, Barrio MT, Basterra-Gortari FJ, Benito S, Carlos S, Carmona L, de Irala J, de la Rosa PA, Delgado-Rodríguez M, Donat CL, Fernández Montero A, Galbete Ciáurriz C, García López M, Gea Sanchez A, Goñi Ochandorenea E, Guillén-Grima F, Hernández A, Lahortiga F, Llorca J, Lopez del Burgo C, Marí Sanchís A, Martí A, Martín Calvo N, Martínez JA, Núñez-Córdoba JM, Pimenta A, Ruiz Canela M, Ruiz Zambrana A, Sánchez Adan, D, Sánchez-Villegas A, Sayón-Orea C, Toledo Atucha E, Toledo Atucha J, Vázquez Ruiz Z. Así como también agradecer a los miembros del Departamento de Nutrición de la universidad de Harvard de Salud Pública, quienes ayudaron con el diseño del estudio SUN.

Financiación

El estudio SUN ha recibido financiación del Instituto de Salud Carlos III, organismo oficial del Gobierno español para la investigación biomédica (PI10 / 02658, PI10 / 02293, PI13 / 00615, RD06 / 0045, G03 / 140 y 87/2010), el Gobierno foral de Navarra (Departamento de Salud: 45/2011) y la Universidad de Navarra.

Referencias

1. Wirt A, Collins C. Diet quality – what is it and does it matter?. *Public Health Nutr* 2009; 12(12): 2473-22.
2. Bach-Faig A, Berry E, Lairon D, Reguant J, Trichopoulou A, Demini S, et al. Mediterranean diet pyramid today. Science and cultural updates. *Public Health Nutr*. 2011; 14(12A): 2274-2284.
3. Varela-Moreiras G, Ruiz E, Valero T, Ávila J, Del Pozo S, The Spanish diet: an update. *Nutr Hosp* 2013;28(Supl. 5):13-20.
4. Jaworowska A, Blackham T, Davies I, Stevenson L. Nutritional challenges and health implications of takeaway and fast food. *Nutr Rev* 2013; 71(5): 310-318.

5. Bezerra IN, Curioni C, Sichieri R. Association between eating out of home and body weight. *Nutr Rev* 2012; 70(2): 65-79.
6. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. España. Estudio sobre el mercado extradoméstico de alimentación (MAGRAMA) 2013. http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-y-comercializacion-y-distribucion-alimentaria/variables_de_demanda_extradom%C3%A9stica_2013_tcm7-321941.pdf
7. Lachat C, Nago E, Verstraeten R, Roberfroid D, Van Camp J, Kolsteren P. Eating out of home and its association with dietary intake: a systematic review of the evidence. *Obes Rev* 2012; 13: 329-346.
8. Thorpe MG, Kestin M, Riddell LJ, Keast RS, McNaughton SA. Diet quality in young adults and its association with food-related behaviours. *Public Health Nutr* 2014; 17(8): 1767-75.
9. Vandevijvere S, Lachat C, Kolsteren P, Van Oyen H. Eating out of home in Belgium: current situation and policy implications. *Br J Nutr* 2009;102(6):921-8.
10. Guthrie JF, Lin BH, Frazao E. Role of food prepared away from home in the American diet, 1977-78 versus 1994-96: changes and consequences. *J Nutr Educ Behav* 2002; 34(3):140-50.
11. Lin BH, Wendt M, Guthrie JF. Impact on energy, sodium and dietary fibre intakes of vegetables prepared at home and away from home in the U.S.A. *Public Health Nutr* 2013; 16(11): 1937-43.
12. Hearst MO, Hamack LJ, Bauer KW, Earmest AA, French SA, Michael Oakes J. Nutritional quality at eight U.S. fast-food chains: 14-year trends. *Am J Prev Med* 2013; 44(6): 589-94.
13. Powell LM, Nguyen BT, Han E. Energy intake from restaurants: demographics and socioeconomic, 2003-2008. *Am J Prev Med* 2012; 43(5): 498-504.
14. McGuire S, Todd J.E., Mancino L., Lin B-H. The impact of food away from home on adult diet quality. ERR-90, U.S. Department of Agriculture, Econ. Res. Serv. *Adv Nutr*. 2011; 2(5): 442-3.
15. Bezerra IN, Curioni C, Sichieri R. Association between eating out of home and body weight. *Nutr Rev* 2012; 70(2): 65-79.
16. Augustin L, Franceschi S, Jenkins D, Kendall C, La Vecchia C. Glycemic index in chronic disease: a review. *Eur J Clin Nutr* 2002; 56(11): 1049-1071.
17. Livesey G, Taylor R, Hulshof T, Howlett J. Glycemic response and health--a systematic review and meta-analysis: relations between dietary glycemic properties and health outcomes. *Am J Clin Nutr* 2008;87(1):258S-268S
18. Cho SS, Qi L, Fahey GC Jr, Klurfeld DM. Consumption of cereal fiber, mixtures of whole grains and bran, and whole grains and risk reduction in type 2 diabetes, obesity, and cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr* 2013;98(2):594-619.
19. Zazpe I, Sánchez-Taínta A, Santiago S, de la Fuente-Arrillaga C, Bes-Rastrollo M, Martínez JA, et al. Association between dietary carbohydrate intake quality and micronutrient intake adequacy in a Mediterranean cohort: the SUN (Seguimiento Universidad de Navarra) Project. *Br J Nutr* 2014;25:1-10.
20. Harika RK, Eilander A, Alssema M, Osendarp SJ, Zock PL. Intake of fatty acids in general populations worldwide does not meet dietary recommendations to prevent coronary heart disease: a systematic review of data from 40 countries. *Ann Nutr Metab* 2013; 63 (3):229-38.
21. Martínez-González MA, Sánchez-Villegas A, de Irala J, Martí A, Martínez JA. Mediterranean diet and stroke: objectives and design of the SUN project. *Nutr Neurosci* 2002;5:65-73.
22. Fernández-Ballart JD1, Piñol JL, Zazpe I, Corella D, Carrasco P, Toledo E, Perez-Bauer M, Martínez-González MA, Salas-Salvadó J, Martín-Moreno JM. Relative validity of a semi-quantitative food-frequency questionnaire in an elderly Mediterranean population of Spain. *Br J Nutr* 2010;103:1808-16.
23. De la Fuente-Arrillaga C, Ruiz ZV, Bes-Rastrollo M, Sampson L, Martínez-González MA. Reproducibility of an FFQ validated in Spain. *Public Health Nutr* 2010;13:1364-72.
24. Santiago S, Zazpe I, Bes-Rastrollo M, Sánchez-Taínta A, Sayón-Orea C, de la Fuente-Arrillaga C, Benito S, Martínez JA, Martínez-González MA. Carbohydrate quality, weight change and incident obesity in a Mediterranean cohort: the SUN Pro-

- ject. *Eur J Clin Nutr* 2014 (en prensa). *Eur J Clin Nutr*. 2014 Sep 17. doi: 10.1038/ejcn.2014.187. [Epub ahead of print]
25. Trichopoulou A, Costacou T, Bamia C, Trichopoulou D. Adherence to a Mediterranean diet and survival in a Greek population. *N Engl J Med* 2003; 348, 2599-2608.
 26. Lachat C, Nguyen L, Tuyen T, Verstraeten R, Nago E, D Roberfroid D, Kolsteren P. Factors associated with eating out of home in Vietnamese adolescents. *Appetite* 2011; 57(3): 649-655.
 27. Van der Host K, Brunner TA, Siegrist M. Fast food and take-away food consumption are associated with different lifestyle characteristics. *J Hum Nutr Diet* 2011; 24(6): 596-602.
 28. Carús JP, França GV, Barros AJ. Place and type of meals consumed by adults in medium sized cities. *Rev Saude Publica* 2014; 48(1):68-74.
 29. Kant AK, Graubard BI. Eating out in America, 1987-2000: trends and nutritional correlates. *Prev Med* 2004; 38: 243-9.
 30. Bowman SA, Vinyard BT. Fast food consumption of U.S. adults: impact on energy and nutrient intakes and overweight status. *J Am Coll Nutr* 2004; 23(2): 163-8.
 31. Schroder H, Fito M, Covas M. Association of fast food consumption with energy intake, diet quality, body mass index and the risk of obesity in a representative Mediterranean population. *Br J Nutr* 2007; 98: 1274-1280.
 32. Gorgulho BM, Fisberg RM, Marchioni DM. Nutritional quality of major meals consumed away from home in Brazil and its association with the overall diet quality. *Prev Med* 2013; 57(2): 98-101.
 33. Mataix Verdú J. Tabla de composición de alimentos españoles (Spanish Food Composition Table), 4th ed. Granada: Universidad de Granada. 2003.
 34. Ansorena D, Echarte A, Ollé R, Astiasarán I. 2012: no trans fatty acids in Spanish bakery products. *Food Chem* 2013; 1;138(1):422-9.
 35. Bes-Rastrollo M, Basterra-Gortari FJ, Sánchez-Villegas A, Martí A, Martínez JA, Martínez-González MA. A prospective study of eating away-from-home meals and weight gain in a Mediterranean population: the SUN (Seguimiento Universidad de Navarra). *Public Health Nutr* 2010 Sep;13(9):1356-63.



Original/Otros

Inseguridad alimentaria y vulnerabilidad social en Chiapas: el rostro de la pobreza

Julio C. Martínez-Rodríguez¹, Néstor R. García-Chong², Laura E. Trujillo-Olivera¹
y Lucio Noriero-Escalante³

¹Facultad de Medicina Humana, Universidad Autónoma de Chiapas. ²Hospital de Especialidades Pediátricas del Centro Regional de Alta Especialidad de Chiapas. ³Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco. México.

Resumen

Objetivo: estimar la frecuencia y distribución de seguridad o inseguridad alimentaria entre las familias en Chiapas, relacionar con condiciones de bienestar (CB) y características sociodemográficas.

Método: Estudio transversal retrospectivo, descriptivo; incluye información proveniente de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012 (ENSANUT 2012) en total 1,430 viviendas de Chiapas. La Inseguridad Alimentaria se midió usando la versión armonizada para México de la Escala Latinoamericana y Caribeña de Seguridad Alimentaria (ELCSA).

Resultados: El 83% de los hogares en Chiapas tiene algún tipo de inseguridad alimentaria; 86.5% se concentra en los niveles socioeconómicos más bajos; sólo 15 de cada 100 hogares en zonas rurales registran seguridad alimentaria; 87% de los hogares beneficiarios de *Oportunidades* mantiene inseguridad para alimentarse.

Discusión: Más de cuatro de cada cinco familias reportan inseguridad alimentaria, queda claro que los programas sociales focalizados destinados a abatir este rezago no impactan los niveles de acceso a los alimentos, lo que repercute en el potencial desarrollo físico e intelectual de los chiapanecos, convirtiéndose en un obstáculo más para el desarrollo de la entidad. Se plantea analizar y reorientar las políticas sociales.

(Nutr Hosp. 2015;31:475-481)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7944

Palabras clave: Seguridad Alimentaria. Pobreza. Programas Sociales. Chiapas.

FOOD INSECURITY AND SOCIAL VULNERABILITY IN CHIAPAS: THE FACE OF POVERTY

Abstract

Objective: To estimate the frequency, distribution, and trends of food security/insecurity conditions of families in Chiapas and their relationship with low income factor and sociodemographic characteristics.

Methods: Retrospective and cross-sectional descriptive study. Information of 1430 households from The National Health and Nutrition Survey 2012 was included. The Food Insecurity was measured using the harmonized version of the Latin and Caribbean Food Security Scale for México.

Results: 83% of households in Chiapas has some type of food insecurity, 86.5% is concentrated in the lower socioeconomic levels, 85% of households in rural areas have food insecurity, 87% of households beneficiary of *Oportunidades* still have food insecurity.

Discussion: A large part of this population continues to have high levels of Food Insecurity. Clearly targeted social programs designed to eliminate this lag, fail to reduce levels of access to food which affects the physical and intellectual potential development of Chiapas people, becoming an obstacle to the development of the State. Reorientation of food policy in México is considered.

(Nutr Hosp. 2015;31:475-481)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7944

Key words: Food Security. Poverty. Social Programs. Chiapas.

Antecedentes

En México 31.1 millones de personas padecen pobreza alimentaria al carecer del recurso necesario para adquirir u obtener una *canasta básica*; además 52.3% de los habitantes viven en pobreza patrimonial, esto es, que su ingreso es menor al necesario para cubrir el patrón de consumo básico de alimentación, salud, educación, vestido, vivienda y transporte público^{1,2}.

Correspondencia: Néstor Rodolfo García Chong.
Hospital de Especialidades Pediátricas.
Centro Regional de Alta Especialidad de Chiapas.
Blvd SS Juan Pablo II s/n, Col. José Castillo Tielmans.
Coordinación de Investigación. 2 Piso.
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. CP 29070.
E-mail: nes26g@hotmail.com

Recibido: 10-VIII-2014.

Aceptado: 18-IX-2014.

Chiapas es habitado por población predominantemente rural-indígena, 51.5% de la población vive en localidades menores a 2,500 habitantes y 31.5% de la población total es indígena³. La base de subsistencia son las actividades primarias. La lucha por el territorio y la historia de desigualdad social –asociada a desigual distribución de recursos, entre ellos la tierra– alcanzó un punto crítico en 1994. Indígenas y campesinos organizan el Ejército Zapatista de Liberación Nacional (EZLN) y se lanzan contra el gobierno federal. La asociación entre actividad agrícola, pobreza, carácter étnico y crecimiento demográfico es ahora la base de una práctica de arraigo rural orientada a cubrir las necesidades más elementales de sobrevivencia⁴. Es decir, sobre un territorio con alta biodiversidad, la población humana muestra una compleja dinámica social, desigualdades y conflictos.

La situación en Chiapas es deplorable: 3/4 partes de la población vive en pobreza y, del total el 32.2% vive en pobreza extrema⁵. Según el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI) en Chiapas el ingreso promedio por hora trabajada era de \$18.8 pesos mexicanos (≈ 1.06 €) contra 29.3 pesos (≈ 1.7 €) en el promedio nacional. Sabiendo que la mayoría se dedica a la agricultura, predominantemente de subsistencia, se asume carecen de ingresos monetarios, únicamente en especie. Chiapas ostenta la mayor tasa de población en condiciones críticas de ocupación, equivalente a precariedad laboral que caracteriza a amplios sectores de la población ocupada^{6,7}.

Según el Consejo Nacional de Población⁸, Chiapas ocupa el primer lugar nacional en marginación por localidad, ya que 87 de sus municipios, con casi el 100%

de población indígena y el 70% del total de sus habitantes se ubican en los niveles de marginación Alta o Muy Alta⁹. Bajo esta perspectiva teórica, acorde con el modelo de los Determinantes Sociales de la Salud (DSS) estas condiciones incrementan la vulnerabilidad en la población para presentar daños a la integridad y bajo nivel de bienestar¹⁰.

Seguridad e inseguridad alimentaria

El concepto Seguridad Alimentaria surge a finales de 1980, se plantea como un modelo de cadena con varios eslabones¹¹. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) existe seguridad alimentaria (SA) cuando: “todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades y sus preferencias, a fin de llevar una vida activa y sana”¹². En contraparte, la inseguridad alimentaria (IA) existe cuando la disponibilidad de alimentos nutricionalmente adecuados y sanos o la posibilidad de adquirir alimentos en formas socialmente aceptables¹, es limitada o incierta¹³ (Fig. 1).

En 1999, la iniciativa política de Seguridad Alimentaria para Centroamérica enfatizó la situación crítica de pobreza en la región, reconoció avances científico-técnicos y destacó riesgos aunque vislumbró una alternativa esperanzadora en la iniciativa para impulsar el desarrollo

I. Referidos a aquellas condiciones de alimentación mínimamente requeridas a las que un grupo doméstico debiera tener acceso decorosamente.

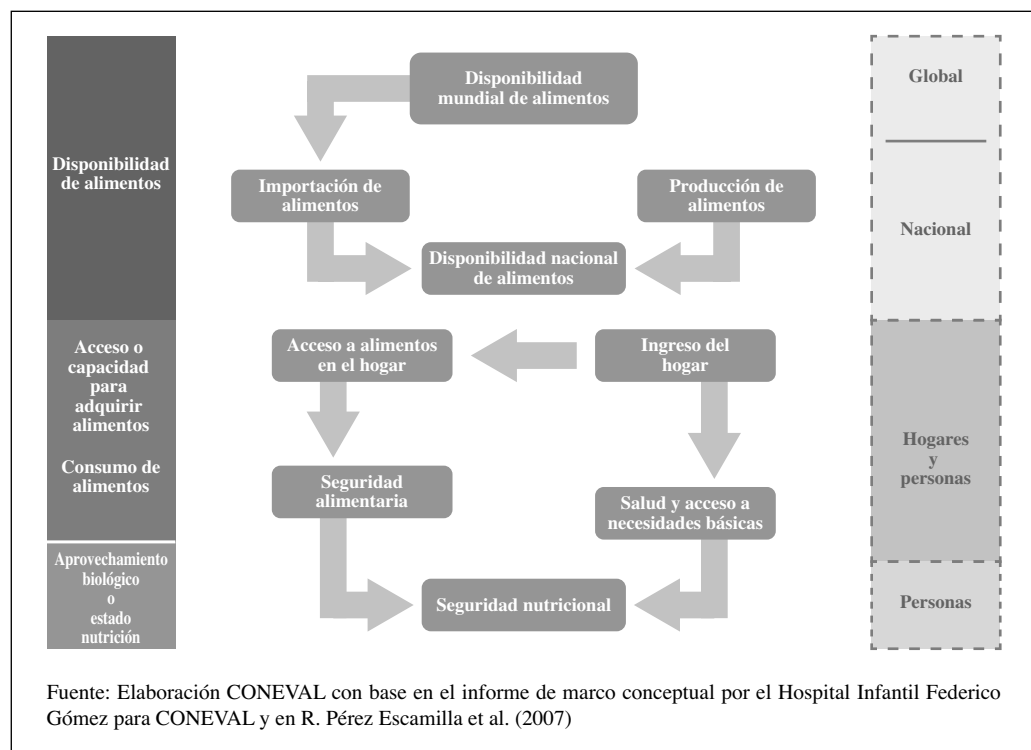


Fig. 1.—Esquema del marco conceptual de la Seguridad Alimentaria.

humano¹⁴. Esta propuesta incluye como eslabones de la cadena de seguridad alimentaria y nutricional: i) la disponibilidad, ii) el acceso, iii) consumo y iv) utilización biológica de los alimentos (Fig. 1). Esta iniciativa propone que las acciones sean congruentes con el origen o naturaleza del problema ya sea histórico o actual; de los niveles de acción (sea nacional, comunitaria, familiar o individual) y de los sectores responsables por tales acciones (alimentario, sanitario, económico, productivo o laboral).

La misma fuente reconoce que la seguridad alimentaria se origina en la conjugación de múltiples variables, complejas e interdependientes. La **disponibilidad** de alimentos con suficiencia es el aspecto más elemental. En México, según datos de FAO, se prevé una reducción de 8.5 % en la producción de cereales en el período 2010-2013¹⁵. Según Martínez¹⁵ la dependencia alimentaria de maíz –en promedio, durante 2012– ascendió a 31.9%; la de frijol a 8.2%; la de trigo en 42.8% y la importación de arroz alcanzó 67.9%. El autor, basado en proyecciones señala que –de no cambiar la tendencia– en el año 2025 se tendrá que importar uno de cada dos kilos de maíz que se consuma en México. Es decir, la situación insostenible y crítica, asumiendo que estos granos básicos son el origen energético fundamental en la dieta nacional.

Bartra¹⁶ señala que la crisis alimentaria es un eufemismo para nombrar la hambruna producto de la desmedida voracidad del mercado y la especulación, aunque reconoce que la producción mundial de granos se redujo 2.6% entre el 2008 y el 2011. Este autor elabora una amplia y sustentada argumentación para denunciar la distribución injusta de alimentos, consecuencia de las políticas económicas neoliberales; la insostenible tecnificación del campo, que desprecia la protección ambiental; afirma que de continuar tal tendencia el cambio climático antropogénico acentuará la incertidumbre sobre la producción alimentaria, a escala global.

Es decir, la mayoría de países periféricos muestran indicadores negativos en el eslabón de disponibilidad y acceso alimentario. Aunque se han documentado distintas estrategias de supervivencia en el espacio doméstico para afrontar la carencia de alimentos, implican un alto costo en la salud de sus integrantes, como evidencia la creciente prevalencia de diabetes mellitus tipo 2, asimismo dislipidemias, ambas asociadas a consumo inmoderado de alimentos industrializados.

Respecto al **acceso** a los alimentos, en la deteriorada situación de origen diverso destacan tres componentes: deterioro de la capacidad adquisitiva, aumento de los precios de los bienes de consumo y reducción de los servicios proporcionados por el Estado. Todos ellos producto de la política neoliberal, según Bartra¹⁶, agregando el desempleo.

En México, entre 2008 y 2010 se incrementó la pobreza alimentaria de 18.4 a 18.8% (de 20.2 a 21.2 millones de mexicanos). Con base en datos de CONEVAL, se estima que en cuatro años la pobreza afecta a 6.1 millones más de personas. En menos de un año, el aumento del valor de la *canasta básica* del consumo mensual indivi-

dual creció 41.90 pesos (≈2.4 euros), consecuentemente tendría que trabajar más de cinco horas adicionales para mantener el mismo nivel de consumo de un año atrás¹⁷.

Bartra¹⁶ señala que las dificultades de acceso a los alimentos tienen escala global, ya que los precios promedio incrementaron 32% en el 2010 respecto a años previos. Aunque el análisis del autor es mucho más profundo, cuestiona el sistema económico mundial y el neoliberalismo, señalando la crisis alimentaria únicamente como síntoma de la crisis del capitalismo radical.

Retomando los elementos constitutivos de la cadena de seguridad alimentaria, el **consumo** y la **aceptabilidad** están mediadas básicamente por la disponibilidad y el acceso, aunque la cultura es una variable particular cada población, región y tiempo. Específicamente entre los hábitos de consumo alimentario en Chiapas se describen cambios drásticos en la dieta: sustitución del tradicional pozol (bebida de maíz nixtamalizado que se consume a mediodía) por bebidas gaseosas carbonatadas; según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (2012). El cambio alimentario mexicano exhibe el impacto nocivo de la publicidad desregulada en los *mass media*, particularmente sobre los grupos urbanos jóvenes, aunque no exclusivamente. La prevalencia de sobrepeso y obesidad son alarmantes, particularmente entre menores de 15 años, de alto riesgo a corto plazo. Los cambios en la cultura alimentaria se describen desde finales de 1980¹⁴, se denuncia la influencia negativa de la introducción de *comida rápida* en la dieta de la población urbana en Centroamérica y en México.

En materia de consumo y preferencias, en poblaciones rurales indígenas de Chiapas, se documentan rasgos de discriminación por género; cuando la comida escasea, la madre sacrifica su aporte alimentario y el de las hijas en beneficio de los hijos varones, ofreciendo trato preferencial al *pater familia*. Esta distribución alimentaria desigual está asociada a sobremortalidad femenina¹⁸. Una niña desnutrida será mujer e inevitablemente madre desnutrida, que engendrará eventualmente a un bebé desnutrido. El proceso no es aislado, se acompaña de otras características deficitarias en acceso y disponibilidad alimentarios, particularmente riesgoso para la población rural de alta concentración indígena.

El último eslabón de la cadena de seguridad alimentaria es la **bioutilización** de nutrientes, aunque conviene señalar que en Chiapas, el origen de la desnutrición es primario. Es decir, que los determinantes de la salud alimentaria se ubican en procesos sociales, reconocidos como determinantes: la estructura social, la pobreza, el género y la etnia. Determinantes que se reúnen en un amplio sector de la población chiapaneca para configurar la inseguridad alimentaria del siglo XXI. Inaceptable pero real.

El derecho a la alimentación, un constante debate

En América Latina y el Caribe inseguridad alimentaria y hambre están estrechamente relacionados con

pobreza extrema. La alimentación inadecuada afecta no sólo a quienes viven en condiciones de pobreza extrema, sino también a estratos más amplios y a grupos que residen en determinadas zonas o regiones con inseguridad alimentaria permanente¹⁹.

En el plano internacional existen marcos regulatorios sobre el derecho a la alimentación (FAO, 1996), en años recientes los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), pretenden reducir –al 2015– 50% de la población con hambre; aunque a tres años de la meta este indicado muestra tendencia regresiva²⁰. En el caso de México, el discurso político es letra muerta, añadido al artículo 4º de la Constitución Mexicana, expresa: “*Toda persona tiene derecho a la alimentación nutritiva, suficiente y de calidad*”. El Estado lo garantizará^{II}, es evidente que aún falta mucho por hacer, pues la *Cruzada Nacional contra el Hambre* no deja de ser una medida paliativa, asistencial.

El Programa federal *Oportunidades*²¹, (antes PROGRESA: Programa de Educación, Salud y Alimentación en 1997), resulta insuficiente, al ser asistencialista y focalizado. Se requiere una minuciosa revisión de las políticas, definir alternativas donde las personas, tanto del campo como de la ciudad, puedan aspirar mejores condiciones de vida.

Objetivos

Determinar la frecuencia y distribución de seguridad alimentaria y sus implicaciones según condición de bienestar, medida a través del ingreso y otras características sociodemográficas de las familias en Chiapas.

Métodos

La información analizada proviene de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012 (ENSANUT), de orden probabilístico nacional con representatividad estatal y de los estratos rural y urbano; incluye una sobrerrepresentación de hogares con mayores carencias

II. Adicionado mediante decreto publicado en el diario oficial de la federación el 13 de octubre de 2011.

en el país, bajo el supuesto de que en ellos se focalizan los apoyos de los programas sociales y de salud.²²

Para fines del análisis presentado se tomó la base de datos de 1430 hogares correspondientes al Estado de Chiapas con información completa sobre el tema que representan a un millón 114,266 viviendas del estado.

Seguridad alimentaria se midió usando la versión armonizada para México de la Escala Latinoamericana y Caribeña de Seguridad Alimentaria (ELCSA^{III})²³; consta de 15 preguntas con respuestas dicotómicas dirigidas al jefe de familia o la mujer encargada de cocinar en la vivienda; clasifica los hogares en cuatro categorías, dependiendo del número de respuestas positivas y contar (o no) con integrantes menores de 18 años. El periodo de referencia para las preguntas son 90 días previos a la aplicación de la escala²⁴.

El índice de condición de bienestar (ICB) usa el método de componentes principales que incluye ocho^{IV} variables; se seleccionó como índice el primer componente que acumula 40.5% de la variabilidad total; se clasifica en quintiles de condiciones de bienestar (Tabla I).

Análisis de la información

La información se describe por área de residencia, estrato socioeconómico y beneficio de programa *Oportunidades*, utilizando el paquete estadístico SPSS Ver. 21. Se obtienen las proporciones estatales y se analiza en comportamiento según categorías, se calcula el intervalo de confianza al 95%.

Resultados

Resulta alarmante que entre 76 y 89% de la población de Chiapas reporte inseguridad alimentaria (IA); 43% de los hogares se clasifica en forma Leve, 25%

III. Es la base del diseño de la Escala Mexicana de Seguridad Alimentaria (EMSA), existe consistencia interna entre ambos instrumentos. (25)

IV.1) Materiales de construcción del piso 2) paredes 3) techo; 4) número de cuartos que se usan para dormir; 5) disposición de agua; 6) posesión de automóvil; 7) número de bienes domésticos (refrigerador, lavadora, microondas, estufa y boiler) y 8) número de aparatos eléctricos (televisión, cable, radio, teléfono y computadora).

Tabla I
Criterios utilizados para categorizar seguridad e inseguridad alimentaria Chiapas, México 2012

Categoría	Número de respuestas positivas	
	Hogares con integrantes menores de 18 años	Hogares sin integrantes menores de 18 años
Seguridad alimentaria	0	0
Inseguridad leve	1-5	1-3
Inseguridad moderada	6-10	4-6
Inseguridad severa	11-15	7-8

Fuente: ENSANUT, 2012

Tabla II
Distribución de la Inseguridad alimentaria Chiapas, México 2012

Área	Inseguridad Leve				Inseguridad Moderada				Inseguridad Severa				Seguridad Alimentaria			
	Muestra	%	IC 95%	Expansión	Muestra	%	IC 95%	Expansión	Muestra	%	IC 95%	Expansión	Muestra	%	IC 95%	Expansión
Rural	331	42	38.55-45.45	257,232	208	27	23.9-30.1	165,363	127	16	13.44-18.56	97,993	120	15	12.51-17.49	91,869
Urbana	284	44	40.17-47.83	220,796	150	23	19.75-26.25	115,416	94	15	12.25-17.75	75,271	116	18	15.04-20.96	90,326
Estatad	615	43	40.44-45.56	478,028	358	25	22.76-27.24	280,779	221	15	13.15-16.85	173,264	236	17	15.06-18.94	182,194

Fuente: Elaborado a partir de la base de datos ENSANUT 2012

en la Moderada y 15% en la modalidad Severa. Las categorías más acentuadas de IA (moderada y severa) representan un total de 40%, que significan 445,706 hogares donde tuvieron que reducir la cantidad de alimentos consumidos, o en el peor de los casos y según las preguntas de ELCSA *algún adulto o niño se quedó sin comer en todo un día*. (Tabla II)

Al atender la IA según área de residencia se observa que poco más del 40% de los hogares en área rural clasifican en las categorías Moderada y Severa (aproximadamente 263,356 hogares). Mientras que poco menos de 40% de los hogares en zonas urbanas se ubica en estas categorías.

Como cabría esperar, al observar el comportamiento según quintiles de condición de bienestar (CB), la proporción de los hogares con algún tipo de IA es inversamente proporcional al primero. La proporción de hogares con IA moderada y severa tiende a disminuir conforme mejora la condición de bienestar en los hogares: 46% de los hogares en el Q1; 39% Q2; 39% Q3; 17% Q4 y 12% en Q5.

Aunque cabe destacar una proporción ligeramente más alta de IA Moderada en el quintil III, respecto a los otros. Otro punto interesante es que la proporción de IA leve se mantiene casi constante en los cinco quintiles, con una proporción ligeramente más alta en el quintil V.

Al comparar la IA según condición de beneficiario del programa de desarrollo social *Oportunidades*, se observa 44% de estos hogares en las categorías más graves de IA (moderada y severa); mientras que un 13 de cada 100 hogares beneficiarios muestran Seguridad alimentaria. Aunque el programa no está orientado a disminuir la inseguridad alimentaria, resulta obvio que tener buena nutrición exige disposición y variedad de alimentos.

Discusión

Más del 80% de la población en Chiapas ha experimentado algún tipo de inseguridad alimentaria por lo menos en los tres meses previos a la encuesta, esto quiere decir que por lo menos 4 de cada 5 hogares en la entidad han tenido que disminuir la calidad y/o la cantidad de alimentos; en el peor de sus casos ha experimentado hambre. Esta cifra es superior a la reportada para el país –siete de cada 10–, lo cual se explica por la crisis económica sostenida que se vive en Chiapas, donde se vive con más IA y de mayor intensidad²⁶.

A pesar de lo que afirme el discurso político²⁷, el hambre es una realidad en México, enfatizada en Chiapas.

Esta situación obliga a considerar las repercusiones que crean un efecto dominó en las personas afectadas por este problema cerrando el ciclo vicioso de la Inseguridad Alimentaria. Las consecuencias obvias impactan al individuo en lo orgánico de manera aguda, aunque eventualmente tendrán efectos sobre la calidad

de vida e inevitablemente afectarán a la sociedad. La desnutrición crónica que afecta a los menores de edad, potenciando la asociación con infección y a la larga incrementa el riesgo de muerte prematura^{28,29}. En la postura más optimista, se ha demostrado en los primeros años de vida afecta el crecimiento del cerebro y en consecuencia el desarrollo intelectual, pues a mayor IA menor variedad alimentaria³⁰⁻³³.

En esta dimensión, las consecuencias nefastas adquieren relevancia sobre los aprendizajes y el rendimiento escolar, sobre todo a largo plazo³⁴⁻³⁶. No obstante la situación actual, el mejor escenario futuro posible es la mejor calificación laboral, que potencialmente determina el ingreso y la satisfacción de necesidades sociales en los grupos humanos³⁷⁻³⁹.

Haciendo un recuento de lo expuesto. Este camino conduce a predecir que estos grupos poblacionales están condenados a vivir en situaciones de pobreza, en este marco según algunas investigaciones la pobreza será heredada⁴⁰⁻⁴² a la generación siguiente, es decir, hipotecando el futuro de los chiapanecos.

Si bien ELCSA describe la inquietante condición de IA no alcanza a medir todas sus dimensiones, la escala ha sido validada; la realidad en Chiapas ha observado deterioro progresivo.

Nunca será suficiente insistir en la imperiosa necesidad de revisar críticamente las políticas sociales en México y particularmente en Chiapas. En esta entidad la pobreza y la IA son más acentuadas, específicamente vivir en una zona rural chiapaneca y ser indígena aumenta la probabilidad de ser pobre y vivir con IA. Asimismo, el programa *Oportunidades* no genera el impacto significativo en su población objetivo.

Referencias

- García Chong NR; Trujillo Olivera LE; López González OL, et. al. Análisis regional de la muerte evitable en la niñez de Chiapas desde una perspectiva multidisciplinaria. En: García Chong NR, Trujillo Olivera LE, Zúñiga Cabrera M, eds. *Vulnerabilidad de la niñez en Chiapas. Temas de salud*. Chiapas, México: Editorial Fray Bartolomé de las Casas; 2010: 35-51.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. CONEVAL. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares. México, 2012. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/encuestas/hogares/regulares/enigh/>.
- Consejo Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. CNDI. Sistema de información e indicadores sobre la población indígena de México. 2010. Disponible en: http://www.cdi.gob.mx/index.php?option=com_content&view=category&id=38&Itemid=54.
- Martínez Velasco G. Conflicto étnico y migraciones forzadas en Chiapas. *Política y cultura* 2005 (23): 195-210.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. CONEVAL. Pobreza en México y las entidades federativas, 2010-2012. México, 2013. Disponible en: <http://www.coneval.gob.mx/medicion/Paginas/Medici%C3%B3n/Pobreza%202012/Pobreza-2012.aspx>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. Formulario para la interpretación de los indicadores que conforman los cubos de indicadores de la Consulta interactiva de los datos de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo. México, 2011a. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/encuestas/hogares/regulares/enoe/descripciones2005-2010.aspx>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. Perspectiva Estadística Chiapas. México, 2011b. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/perspectivas/perspectiva-chs.pdf>.
- Consejo Nacional de Población. CONAPO. Índice de Marginación por Localidad. 1a Edición. México, 2012. Disponible en: http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/indices_margina/2010/documentoprincipal/Capitulo01.pdf.
- Consejo Nacional de Población. Índices de Marginación. México, 2010. Disponible en: http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion.
- Trujillo Olivera LE, García Chong NR, Orantes Ruíz O, et. al. Salud-Enfermedad-Atención en Chiapas, México. Una visión académica. San Cristóbal de las Casas: Ed. Fray Bartolomé de las Casas. México, 2012: 13-24.
- Menchú MT, Santizo MC. Propuesta de indicadores para La vigilancia de la Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN). *Publicación INCAP PCE-073*. Guatemala, 2002.
- Food and Agriculture Organization. Food security, FAO's Agriculture and Development Economics Division (ESA). Ginebra, 2006.
- Anderson S. Core indicators of nutritional state for difficult-to-sample populations. *Journal of Nutrition* 1990; 120 (Suppl 11):1159-1600.
- INCAP. La iniciativa de seguridad Alimentaria Nutricional en Centro América. Segunda edición. Guatemala Marzo de 1999.
- Martínez Rodríguez JL. "Aseguramiento del autobasto alimentario, autoempleo e Ingresos mediante la gestión de Proyectos e integración de Circuitos de mercados locales, Intercomunitarios y regionales". Foro Autosuficiencia Alimentaria en Veracruz. Centro Estatal de Capacitación y Seguimiento de los Servicios Profesionales. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Veracruzana. Febrero de 2013.
- Bartra A. Hambre. Dimensión alimentaria de la gran crisis. *Mundo siglo XXI* 2011, VII(26), 11-24.
- La Jornada. "Aumenta 8% el precio de la canasta básica; sólo 4.2% el minisalario". 5 de febrero de 2012. Disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/2012/02/05/economia/023n1eco>
- Gómez E. Discriminación por sexo y sobremortalidad femenina en la niñez. *Género, Mujer y Salud en las Américas* 1993: 27-45.
- Ávila A, Samah T, Galindo C, et. al. La desnutrición en el medio rural mexicano. *Rev. Salud Pública de México* 1998: 150-160.
- Food and Agriculture Organization. El estado de Inseguridad Alimentaria en el Mundo. Roma, 2012.
- Galvan Marcos y Amigo Hugo. Programas destinados a disminuir la desnutrición crónica. Una revisión en América Latina. *Archivos latinoamericanos de nutrición* 2007, 57(4): 316-326.
- Gutiérrez JP, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, et. al. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública (MX), 2012.
- Melgar H, Álvarez MC, Amoroso L, Ballard T, Ortega J, Pérez-Escamilla, et al. Informe sobre taller regional: Armonización de la Escala Latinoamericana y Caribeña de Seguridad Alimentaria – ELCSA. Cuernavaca, Morelos, Septiembre 2010. Disponible en: http://www.foodsec.org/fileadmin/user_upload/eufao-fsi4dm/docs/ELCSA_report.pdf.
- Pérez Escamilla R, Melgar Quiñonez H, Nord M, et. al. Escala Latinoamericana y Caribeña de Seguridad Alimentaria (ELCSA). Memorias de la 1ª Conferencia en América Latina y el Caribe sobre la medición de la seguridad alimentaria en el hogar. *Perspectivas en Nutrición Humana* 2007;(S):117-134.
- Villagómez-Ornelas P, Hernández-López P, Carrasco-Enríquez B, Barrios-Sánchez K, Pérez-Escamilla R, Melgar-Quiñonez H. Validez estadística de la Escala Mexicana de Seguridad Alimentaria y la Escala Latinoamericana y Caribeña de Seguridad Alimentaria. *Sal pùb Méx* 2014;56 supl 1:S5-S11
- Shamah-Levy T, Mundo-Rosas V, Rivera-Dommarco JA. La magnitud de la inseguridad alimentaria en México: su relación

- con el estado de nutrición y con factores socioeconómicos. *Salud Publica Mex* 2014;56 supl 1:S79-S85
27. Robles-Berlanga R. La carencia de alimentación en el contexto del Programa Nacional México sin Hambre. *Sal púb Méx/* vol. 56, suplemento 1 de 2014
 28. Diario de Yucatán. "IMSS: Desnutrición y anemia son consecuencia de mala alimentación". Comunicado de Prensa, 14 de Febrero de 2014. Disponible en: <http://yucatan.com.mx/merida/salud-merida/imss-desnutricion-y-anemia-son-consecuencia-de-mala-alimentacion>.
 29. García D. Instituto Nacional de Salud Pública Alerta consecuencias por desnutrición en niños. *El Sol de México*, 22 de Mayo de 2010. Disponible en: <http://www.insp.mx/noticias/nutricion-y-salud/146-sobrepeso-y-desnutricion-consecuencias-de-la-mala-nutricion.html>.
 30. Leiva Plaza B. Algunas consideraciones sobre el impacto de la desnutrición en el desarrollo cerebral, inteligencia y rendimiento escolar. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 2001, 51(1): 64-71.
 31. Hernández N. Desnutrición: Desarrollo Psicomotor. *Revista GASTROHNUP*, 2003, 5(1), 65-71.
 32. Villegas S., et al. Peso de nacimiento y posterior estado nutricional, desarrollo cognitivo y actividad ocupacional: una revisión crítica. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 2009; 59(4), 369-377.
 33. Vega-Macedo M, Shamah-Levy T, Peinador-Roldán R, Méndez-Gómez Humarán I, Melgar-Quirón H. Inseguridad alimentaria y variedad de la alimentación en hogares mexicanos con niños menores de cinco años. *Salud Publica Mex* 2014;56 supl 1:S21-S30.
 34. Erazo B M, Amigo H, Isidora DA, et al. Déficit de crecimiento y rendimiento escolar. *Revista chilena de pediatría* 1998, 69(3): 94-98.
 35. Balarezo Torres C A. *Desnutrición crónica y anemia asociada con rendimiento escolar en niños y niñas de 6-12 años de la escuela República de Chile*. Cuenca, Ecuador: Escuela de Tecnología Médica, Licenciatura en Nutrición y Dietética. Universidad de Cuenca; 2012.
 36. Pérez Jácome A, Gutiérrez Hernández G M, Vela Gutiérrez G, et al. Efectos de la malnutrición en el aprendizaje y rendimiento escolar en niños preescolares en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. *Lacandonia* 2012; 6(6).
 37. Castañeda D. Educación y calidad de vida, tarea pendiente en México. *Forbes*. México, 2013. Disponible en: <http://www.forbes.com.mx/sites/educacion-y-calidad-de-vida-tarea-pendiente-en-mexico/>
 38. De Vicenzi A, Tudesco F. La educación como proceso de mejoramiento de la calidad de vida de los individuos y de la comunidad. (I. C. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, Ed.) *Revista Iberoamericana de Educación* 2009, 49(7).
 39. Ordóñez C. Mejora calidad de vida con educación. *El Universal*. 2013. Disponible en: <http://www.eluniversal.com.mx/edomex/2013/impreso/mejora-calidad-de-vida-con-educacion-7297.html>
 40. Golovanevsky L. *Vulnerabilidad y transmisión intergeneracional de la pobreza, un abordaje cuantitativo para Argentina en el siglo XXI*. Buenos Aires, Argentina: Facultad de Ciencias Económicas, Programa de Doctorado, Universidad de Buenos Aires; 2007.
 41. Abellán A, Pujol R. ¿Se heredan las desventajas? *Artículo Electrónico*. Portal del Consejo Superior de Investigación Científica, 2014. Disponible en: <http://envejecimiento.csic.es/>.
 42. Mayer Foulkes D, López Olivo MF, Serván Mori E. Habilidades cognitivas: transmisión intergeneracional por niveles socioeconómicos. (E. C. México, Ed.) *Estudios Económicos* 2008, 23(1), 129-156



Original/Otros

Glycemic response to Carob (*Ceratonia siliqua L*) in healthy subjects and with the *in vitro* hydrolysis index

Luciana Milek dos Santos^{1,2}, Lindamir Tomzack Tulio¹, Leticia Fuganti Campos³, Marcelo Ramos Dorneles⁴ and Cláudia Carneiro Hecke Krüger^{1,5}

¹Department of Nutrition; Federal University of Parana (UFPR). ²Araucaria Foundation Scholarship. ³Nutropar. ⁴Labac. ⁵Master's Program of Food and Nutrition Security. Brazil.

Abstract

The purpose of this study was to determine the *in vivo* glycemic index of carob tablets with healthy subjects and to determine the *in vitro* glycemic index of carob tablets and carob flour by the hydrolysis index. Seven healthy volunteers consumed portions of carob tablets containing 26g of available carbohydrate. Their capillary blood was taken at intervals after carob or glucose consumption. The glycemic hydrolysis index by an *in vitro* technique was based in the release of glucose after enzymatic treatment of carob tablets and carob flour. The determination of the fiber content was performed using the enzymatic-gravimetric method. By the *in vivo* determination, the estimated glycemic index of carob tablets could be considered low (≤ 55). By the *in vitro* determination, the estimated glycemic index ranged from 40.1+0.02 of carob tablets to 40.6+0.05 of carob flour. The total fiber values obtained for carob flour samples were from 42.6% \pm 0.49 to 42.9% \pm 0.68 with no statistical significant differences between samples. Carob tablets and carob flour could be classified as low glycemic index food and low glycemic load food. Carob flour is a high fiber food, containing mainly high levels of insoluble fiber.

(Nutr Hosp. 2015;31:482-487)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8011

Key words: Glycemic index. Glycemic load. Carob. Dietary fibers. *Ceratonia siliqua L*.

RESPUESTA GLUCÉMICA DE ALGARROBO (CERATONIA SILIQUA L) EN SUJETOS SANOS Y CON EL ÍNDICE DE HIDRÓLISIS *IN VITRO*

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivos determinar el índice glucémico *in vivo* de barras de algarroba en individuos saludables y determinar el índice glucémico *in vitro* de barras de algarroba y harina de algarroba, utilizando el índice de hidrólisis. Siete voluntarios saludables consumieron porciones de barras de algarroba conteniendo 26 g de carbohidratos. Se han recolectado muestras de sangre capilar tras la ingestión de barras de algarroba y de glucosa. El índice de glucosa *in vitro* se basó en la liberación de glucosa tras el tratamiento enzimático de barras de harina de algarroba. La determinación de fibras se realizó por el método enzimático-gravimétrico. Por la determinación *in vitro*, el índice glicémico estimado puede ser considerado bajo (≤ 55). Por la determinación *in vitro*, el índice glicémico varió entre 40.1 \pm 0.02 (barras) y 40.6 \pm 0.05 (harina). El tenor de fibra alimentaria encontrado fue del 42.6% \pm 0.49 a 42.9% \pm 0.68, sin diferencias estadísticas entre las muestras. Las barras de harina de algarroba pueden ser clasificadas como alimentos de bajo índice glicémico y de baja carga glucémica. La harina de algarroba presenta alto tenor de fibras alimentarias, sobre todo fibras insolubles.

(Nutr Hosp. 2015;31:482-487)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8011

Palabras clave: Índice glicémico. Carga glucémica. Algarrobo. Fibras dietéticas. *Ceratonia siliqua L*.

Abbreviations

GI: Glycemic index.
GL: Glycemic load.
MT: More toasted.
LT: Less toasted.
AUC: Concentration-over-time-curve.
HI: Hydrolysis index.

Correspondence: Cláudia Carneiro Hecke Krüger.
R. Lothário Meisner, 632 – Department of Nutrition.
Federal University of Paraná. Jardim Botânico.
CEP 80210-170. Curitiba – Paraná – Brazil.
E-mail: cchecke@ufpr.br

Recibido: 29-VIII-2014.
Aceptado: 12-IX-2014.

Introduction

Carob, also called algarroba, locust bean and St. John's bread, is obtained from the fruit of the carob tree (*Ceratonia siliqua* L.) that is eaten in many Mediterranean countries in culinary preparations of beverages and confectionery. The fruit pod, after removal of the seeds, produces the carob powder or carob flour. Carob powder is a natural sweetener with flavor and appearance similar to chocolate, being used as a chocolate or cocoa substitute. The advantage of using carob as a chocolate substitute resides in that carob is an ingredient free from caffeine and theobromine. The carob seeds contain a white and translucent endosperm, called carob gum or locust bean gum that is utilized due to its gelling properties. Carob is rich in polyphenols and therefore contains biological effects including antioxidant actions (Yousif and Alghzawi, 2000; Dakia et al., 2007; Bengoechea et al., 2008; Hajaji et al., 2011).

High glycemic index (GI) and glycemic load (GL) have been proposed to be associated with increased risk of chronic diseases. High GI food intake may elevate postprandial blood glucose levels, leading to high insulin demand. Some studies have shown that the consumption of low glycemic index food improves blood glucose control, lipid profile and lipoprotein concentrations. Slowly digested carbohydrates are generally considered to be beneficial for the dietary management of metabolic disorders, including diabetes and hyperlipidemia (Lottenberg, 2008; Parada and Aguilera, 2009; Youn et al., 2012). The adoption of GI and GL concepts allows the control of postprandial glycemia through dietary measures. Controlling postprandial glycemia is an important target in maintaining health and preventing diseases. For this reason, there is a growing interest in the promotion of diets that evaluate not only the absolute amount of energy or nutrient to be ingested, but are also focused on the postprandial response (Colombani, 2004).

Dietary fiber has a physiological impact on the gastrointestinal tract, since it has the ability to become viscous, kidnap water, bind to bile salts and minerals, and might be degraded by intestinal flora. Thus, it affects gastric emptying, excretion of bile salts, intestinal transit, absorption of nutrients, growth of intestinal flora and reduction of energy intake. Dietary fibers are a vital part of a healthy diet, as diets rich in fibers could decrease the risk of certain non-transmissible chronic diseases and these benefits are enhanced when this diet is associated with low GI foods (Brownlee, 2011; Latulippe, et al., 2013).

Despite of the known beneficial properties of carob, large quantities of it are still discarded. Some carob confectioneries are produced and it is of great importance to determine their levels of dietary fibers and the impact of these products in the glycemic control.

This study aimed to determine the *in vivo* glycemic index of carob tablets, to determine the *in vitro* glycemic index of carob tablets and carob flour and to deter-

mine the content of soluble and insoluble fiber present in carob flour.

Subjects and methods

In vivo study

Seven healthy volunteers, aged between 18 - 55 years, were recruited for this study. Informed consent was received from all subjects and the Ethics Committee of Federal University of Parana, Brazil, gave approval for the study, according to the National Committee for Ethical Research of the Brazilian Health Ministry (CONEP) guidelines.

Portions of carob tablets (Carob House, Brazil) containing 26 g of available carbohydrate and 26 g of glucose were provided to volunteers (Foster-Powell et al., 2002; Menezes et al., 2009). Capillary blood samples were taken at 0, 15, 30, 45, 60, 90 and 120 min, after fasting of 10-12 hours. During the test, volunteers were allowed to consume water.

In vitro study

The glycemic index of carob flour occurred only *in vitro* due to the difficulty of eating large amounts of this product for the *in vivo* test. The *in vitro* method for evaluating hydrolysis index was determined following Goñi et al. (1997) and Walter et al. (2005).

Samples containing 300 mg of carob flour or carob tablets were dissolved or sliced, grinded and dissolved in 10 ml of distilled water. The pH of the samples was adjusted with sodium hydroxide, after which 100 μ l of protease was added. Then, 0.2 ml of ethanol (85%v/v) in 3ml of phosphate buffer (pH 6.0) was added and 100 μ l of α -amylase enzyme. Samples were incubated at 37° C in a shaking water bath. After, 1 ml aliquot samples were taken from each tube at 0, 15, 30, 45, 60, 90 and 120 min. These aliquots were heated at 100° C for 15 min, and refrigerated in the end time of the incubation. Then, 3 ml of sodium acetate buffer (pH 4.75) were added to each aliquot and 80 μ l of amyloglucosidase were used to hydrolyze the digested starch into glucose after 45 min at 60° C. Triplicated aliquots were incubated with colorimetric enzymatic kit Glucose-PP (ANALISA®) to determine the concentration of glucose in each aliquot.

Dietary fiber analysis

Portions of two types of carob flour (Carob House, Brazil) were studied, they differed by the toasting degree, where one type was more toasted (MT), which is intended for preparation of carob tablets, and the other was less toasted (LT), which is intended for consumption in beverages. The determination of the

fiber content was performed using the enzymatic-gravimetric method, recommended by AOAC (1995) and was carried out with thermostable alpha-amylase (pH 6, 100° C, 30 min), protease (pH 4.5, 60° C, 30 min) and finally amyloglucosidase (pH 4.5, 60° C, 30 min). For determination of total fiber, it was added 250 ml of warm 95% ethanol and left covered to stand for 1 hour at room temperature. The ethanolic solution was filtered under a slight vacuum. The residue was washed with ethanol 78%, ethanol 95% and acetone. Then, it was dried overnight in an oven at 105°C, cooled and weighed. Protein content was determined by the Kjeldahl method. For determination of soluble and insoluble fiber, after the last incubation, the residue was filtered and washed with ethanol and acetone for the analysis of insoluble dietary fiber and with ethanol for soluble dietary fiber.

Data analysis

The area under the glucose curve has been calculated as the incremental area under the blood glucose response curve, ignoring the area beneath the fasting concentration, for the *in vivo* study (Araya et al., 2002).

The area under the curve for carob tablets is expressed as a percent of the mean response to the standard food (glucose), taken by the same subject, repeated three times with each individual, and the resulting values are averaged to obtain the GI value for the food. The values were plotted on a graph and the area under the concentration-over-time-curve (AUC) was calculated geometrically by applying the trapezoid rule methodology, described by FAO/WHO (1998).

The glycemic load is calculated by multiplying the amount of carbohydrate in food portion by the glycemic index. Thus, the glycemic load of a typical serving

of food is the product of the amount of available carbohydrate in that serving and the GI of the food (Foster-Powell et al., 2002).

The rate of carbohydrates digestion for the *in vitro* analysis was expressed as the percentage of carbohydrate hydrolyzed at different times (0, 15, 30, 45, 60, 90 and 120 min.). The areas under hydrolysis curves (AUC, 0 – 120 min.) were calculated. The hydrolysis index (HI) values were calculated as the relation between the AUC of the specific sample compared to the AUC of glucose, as reference food. The glycemic index was determined by the mathematical model proposed by Goñi et al. (1997), following the equation $GI = 39.71 + 0.549HI$.

The Student's "t" test was used and a significance level of $p < 0.05$ was adopted. Bland-Altman figure was used to determine the differences between the two methods (*in vitro* x *in vivo*).

Results and discussion

The effects on the glycemic response to carob tablets are presented in figure 1. There were significant differences in glucose concentrations among carob tablets and the reference product in 15 ($p=0.0026$), 30 ($p<0.0001$), 45 ($p<0.0001$), and 120 ($p<0.0001$) minutes after the ingestion by the subjects. In order to calculate the glycemic load, we established a portion of 50 g for carob tablets and 10 g for carob flour (*in vitro* study). The calculated glycemic index and glycemic load of carob tablets are presented in table I.

The glycemic index of carob derived products has not been established in previous studies. The carob tablet is a product similar to chocolate in bars. The glycemic index of chocolate bars found in literature varies between 21 – 54 (Atkinson et al., 2008) The carob bar

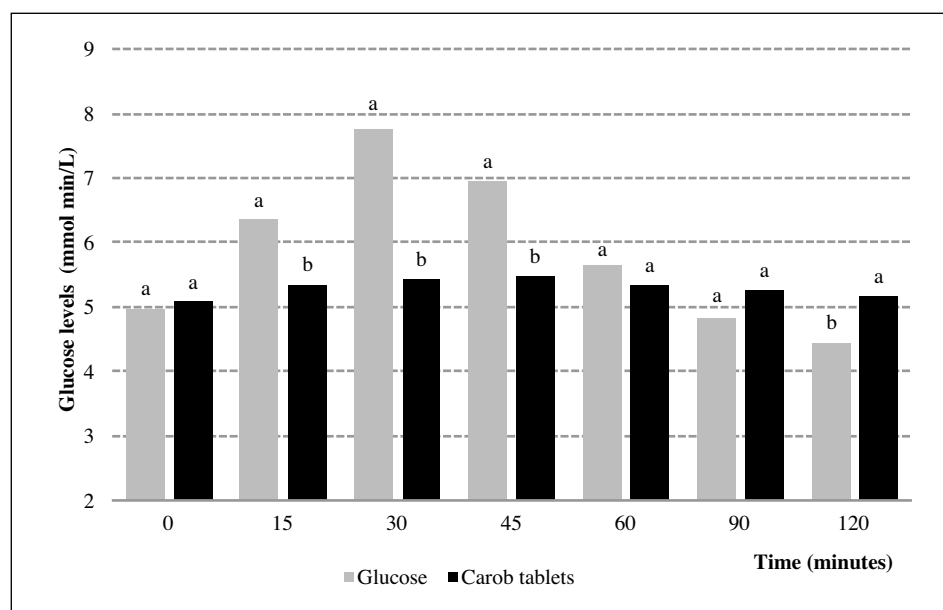


Fig. 1.—Glycemic response to glucose and carob tablets. Each value represents the mean of seven replicates. For each time, values not sharing a common letter were significantly different, $P < 0.05$.

Table I
In vivo determination of the area under the curve (AUC), glycemic index (GI) and glycemic load (GL) of carob tablets

Product	AUC	GI	GL
Glucose	114.6 ± 41.18	–	–
Carob tablets	38.23 ± 23.28	38.60 ± 23.2	10.04

Each value represents the mean of seven replicates.

proved to be a viable product to replace cocoa preparations, as obtained a glycemic index <50 and a glycemic load of 10.04.

According to Foster-Powell et al. (2002) both the reference food and test foods must contain the same amount of available carbohydrate, typically 50 or 25g. When the glucose is used as the reference, the glycemic index can be classified into low (≤ 55), moderate (56-69) or high (≥ 70). Considering the glycemic load, food can be classified into low when the glycemic load is less than or equal to 10, moderate when the glycemic load is between 11 and 19 and high when the glycemic load is greater than or equal to 20 (Capriles et al., 2009).

Low glycemic index foods promote slow postprandial blood glucose increase and gradual energy supplies to the body, while the high glycemic index foods promote rapid increase in blood glucose and immediate supply of energy (Ek et al., 2012).

Feldman et al. (1995) evaluated changes in GI following consumption of an Israeli preparation named *melawach*. This was enriched with carob, maize or lupine. The authors observed that preparations enriched with carob decreased serum glucose in diabetic patients and resulted in better glycemic control. The preparations fortified with lupine or maize showed no significant changes in glucose and insulin levels.

The results of the *in vitro* method of the glycemic index performed by the evaluation of the area under the curve, hydrolysis index, glycemic index and glycemic load are presented in table II. These results indicate that carob tablets and carob flour could be classified as low-glycemic foods and as low glycemic load foods.

In order to demonstrate the differences between the *in vitro* and the *in vivo* methods we used the Bland-Altman Scatter Plot (Fig. 2). It showed an agreement between *in vitro* and *in vivo* measurements ($R^2=0.9563$). The *in vitro* methods may estimate the biological response because the carbohydrate sensibility to digestive enzyme action is an essential factor in both *in vivo* and *in vitro* responses (Araya et al., 2002). Several studies have shown an association between glycemic index and *in vitro* available glucose (Menezes et al., 1996; Englyst et al., 1999; Parada and Aguilera, 2009).

Carob products assessed by *in vitro* hydrolysis showed different patterns of digestion; carob flour has a glycemic peak in the first 15 minutes. Carob tablets display a glycemic peak after 30 minutes of intake. Mixed ingredients in a meal may influence the response on blood glucose concentration (Gibson et al., 2011). In our study, this difference may be related to the composition of the two products, carob flour is composed only of toasted carob, and carob tablet is a product similar to chocolate, which has in its composition a significant amount of lipids. The presence of lipids may be responsible for the delayed glycemic peak of the bar.

The fiber content of two types of carob flour was analyzed. Table III shows the results for total, soluble and insoluble fiber, indicating that carob flour with different toasting degrees has similar fiber content.

The obtained results demonstrated that carob flour has a high content of dietary fiber in its composition and can be classified as a food with high fiber content, according to the Brazilian legislation (Brazil, 1998). Dietary fiber plays a significant role in the prevention

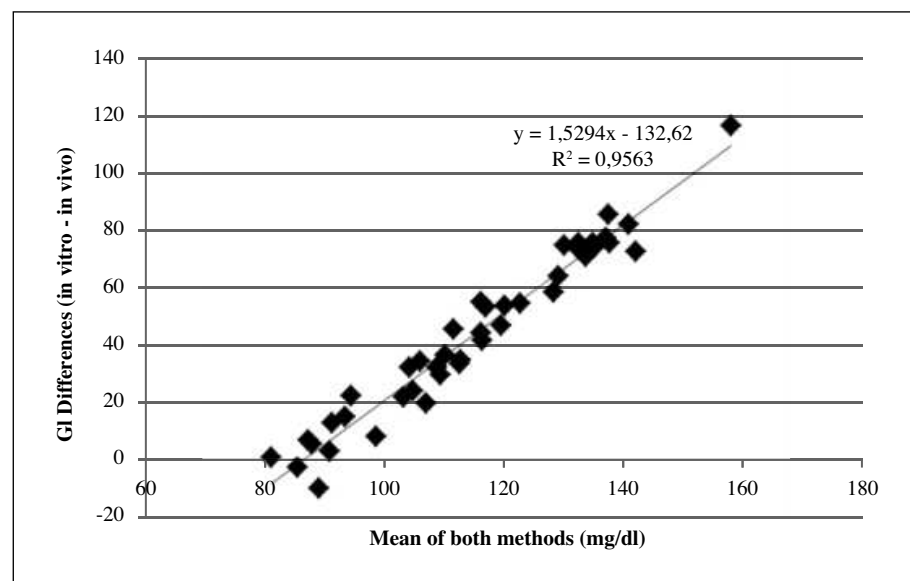


Fig. 2.—Bland and Altman Plot of the data obtained from carob tablets samples analyzed by *in vitro* and *in vivo* measurements in order to obtain the calculated glycemic index (GI). Correlation $R^2=0.9563$.

Table II
In vitro determination of the hydrolysis index (HI),
 glycemic index (GI) and glycemic load (GL)
 of carob tablets and carob flour

Product	HI	GI	GL
Carob tablets	0.69 (±0.12)	40.1 (±0.02)	10.5
Carob flour	1.73 (±0.09)	40.6 (±0.05)	10.8

Each value represents the mean of six replicates.

GI was calculated using the equation proposed by Goñi et al. (1997):
 GI = 39.71 + 0.549HI.

Table III
 Fiber content of carob flour

	LT	MT
Total fiber (%)	42.9 ± 0.68 ^a	42.6 ± 0.49 ^a
Soluble fiber (%)	2.69 ± 0.001 ^a	2.75 ± 0.001 ^a
Insoluble fiber (%)	40.0 ± 0.01 ^a	39.7 ± 0.02 ^a

LT = less toasted flour; MT = more toasted flour.

Each value represents the mean of three replicates. Means in a line with different superscripts differ (P<0.05).

of several diseases. It acts as a protective agent against cardiovascular diseases, diverticulitis, constipation, irritable colon, colon cancer and diabetes. The insoluble fraction of the fiber seems to be related to the intestinal regulation, whereas the soluble fiber is associated to the decrease of cholesterol levels and the adsorption of intestinal glucose. Foods rich in fiber have also the capacity of binding bile acids, metabolites of cholesterol, which plays an important role in the digestion and absorption of lipids in the small intestine (Gruendel et al., 2007). The locust fibers have the ability to reduce serum cholesterol and triglycerides by applying beneficial effect on metabolism of postprandial lipids (Rodríguez et al., 2006).

Our group examined (data not published) the absorption capacity and water retention by carob flour, and showed that, although the water absorption have been smaller than other products, the water holding capacity of carob fiber was higher, indicating that carob absorbed water, and this is retained by the fiber. Other products studied showed greater water absorption values, but with less water retention capacity.

The speed of absorption of carbohydrate is directly related to other dietary components such as proteins, lipids and fibers. The capacity for absorption and water-retention is directly related to the content of fibers present in the food. The water retention capacity of the fiber ingested is related to the greater volume of fecal cake, greater sense of satiety, delayed gastric emptying of carbohydrate-rich meals as well as lower glycemic response (Mishra and Monro, 2012).

The effect of soluble fiber in reducing glucose absorption speed has been attributed both to the gastric emptying delay and as a result of adsorption and in-

teraction with other nutrients, giving a lower surface of direct contact with the wall of the small intestine. The greatest resistance to diffusion through the mucosa occurs due to the viscosity of the bolus in a high fiber diet (Sartorelli and Cardoso, 2006). The insoluble fibers decrease the intestinal transit time, increase the fecal volume, make slower absorption of glucose and slow hydrolysis of starch (Souza and Menezes, 2004).

Conclusions

The results obtained in this study classify the carob tablets and carob flour as low glycemic index food and low glycemic load food. Carob flour is classified as a high fiber food, containing mainly high levels of insoluble fiber. This high content of dietary fiber makes carob an ingredient with physiological benefit effects.

Acknowledgments

This work was supported in part by Araucaria Foundation through a PIBIC scholarship. The authors would like to thank Giane Bientnez Sprada for the contact with Labac and to thank to Labac director and technicians (Gerson Sprada, Edilene Rodrigues and Marcia Pedroso Ramos) by the performance of blood tests.

References

1. AOAC. (1995) Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis*. 16th ed. 43 Washington, DC.
2. Araya H., Contreras P., Alviña M., Vera G., Pak N. (2002). A comparison between an *in vitro* method to determine carbohydrate digestion rate and the glycemic response in young men. *European Journal of Clinical Nutrition*, 56, 735-739.
3. Atkinson F.S., Foster-Powell K., Brand-Miller J.C. (2008). International tables of glycemic index and glycemic load values: 2008. *Diabetes Care*, 31, 2281-2283.
4. Bengoechea C., Romero A., Villanueva A., Moreno G., Alaiz M., Millán F., Guerrero A., Puppo M.C. (2008). Composition and structure of carob (*Ceratonia siliqua L.*) germ proteins. *Food Chemistry*, 107, 675-683.
5. Brazil. (1998) Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. SVS. *Portaria n° 27, de 13 de janeiro de 1998*. Diário Oficial da União. Brasília.
6. Brownlee I.A. (2011). The physiological roles of dietary fibre. *Food Hydrocolloids*, 25, 238-250.
7. Capriles V.D., Guerra-Matias A.C., Areas J.A.G. (2009). *In vitro* indicator of the glycemic response to foods as a tool for diet prescriptions and evaluation *Revista de Nutrição*, 22, 549-557.
8. Colombani P.C. (2004). Glycemic index and load – dynamic dietary guidelines in the context of diseases. *Physiological Behavior*, 83, 603-610.
9. Dakia P.A., Wathelet B., Paquot M. (2007). Isolation and chemical evaluation of carob (*Ceratonia siliqua L.*) seed germ. *Food Chemistry*, 102, 1368-1374.
10. Ek L.K., Brand-Miller J., Copeland L. (2012). Glycemic effect of potatoes. *Food Chemistry*, 133, 1230-1240.
11. Englyst K.N., Englyst H.N., Hudson G.J., Cole T.J., Cummings, J.H. (1999). Rapidly available glucose in foods: an *in vitro* measurement that reflects the glycemic response. *American Journal of Clinical Nutrition*, 69, 448-454.

12. FAO/WHO. World Health Organization.(1998).*Carbohydrates in human nutrition*. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, 66. Rome: WHO.
13. Feldman N., Norenberg C., Voet H., Manor E., Berner Y., Madar Z.(1995). Enrichment of an Israeli ethnic food with fibres and their effects on the glycaemic and insulinaemic responses in subjects with non-insulin-dependent diabetes mellitus. *British Journal of Nutrition*, 74, 681-688.
14. Foster-Powell K., Holt S.H.A., Brand-Miller J.C.B. (2002). International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *American Journal of Clinical Nutrition*,76, 5-56.
15. Gibson N., Schönfeldt H.C., Pretorius B.(2011). Development of a rapid assessment method for the prediction of the glycemic index. *Journal of Food Composition and Analysis*,24, 750-754.
16. Goñi I., Garcia-Alonso A., Saura-Calixto F. (1997). A starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index. *Nutrition Research*, 17, 427-437.
17. Gruendel S., Otto B., Garcia A.L., Wagner K., Mueller C., Weickert M., Heldwein W., Koebnick C. (2007).Carob Pulp Preparation Rich in Insoluble Dietary Fiber and Polyphenols Enhances Lipid Oxidation and Lowers Postprandial Acylated Ghrelin in Humans. *British Journal of Nutrition*, 98,101-105.
18. Hajaji, H. E., Lachkar, N., Alaoui, K., Cherrah, Y., Farah, A., Ennabili, A., El Bali, B.,& Lachkar, M. (2011). Antioxidant activity, phytochemical screening, and total phenolic content of extracts from three genders of carob tree barks growing in Morocco. *Arabian Journal of Chemistry*, 4, 321-324.
19. Latulippe M.E., Meheust A., Augustin L., Benton D., Bercik P., Birkett A., Eldridge A.L., Faintuch J., Hoffmann C., Jones J.M., Kendall C., Lajolo F., Perdigon G., Prieto P.A., Rastall R.A., Sievenpiper J.L., Slavin J., Menezes E.W. (2013). ILSI Brazil International Workshop on Functional Foods: a narrative review of the scientific evidence in the area of carbohydrates, microbiome, and health. *Food and Nutrition Research* [Online] 57:0.
20. Lottenberg A.M.P. (2008). Características da dieta nas diferentes fases da evolução do diabetes melito tipo 1. *Arquivos Brasileiros Endocrinologia e Metabolismo*, 52, 250-259.
21. Menezes E.W., Giuntini E.B., Dan M.C.T., Lajolo F.M. (2009). New information on carbohydrates in the Brazilian Food Composition Database. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22, 446-452.
22. Menezes E.W., Lajolo F.M, Seravalli E.A.G., Vannucchi H., Moreira, E.A.M. (1996). Starch availability in brazilian foods. "In vivo" and "in vitro" assays. *Nutrition Research*, 16, 1425-1436.
23. Mishra S., Monro J. (2012).Kiwifruit remnants from digestion in vitro have functional attributes of potential importance to health. *Food Chemistry*, 135, 2188-2194.
24. Parada J., Aguilera J.M. (2009). In vitro digestibility and glycemic reponse of potato starch is related to granule size and degree of gelatinization. *Journal of Food Science*, 74, E34-E38.
25. Rodríguez R.; Jiménez A., Fernández-Bolaños J.,Guillén R., Heredia A. (2006).Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients. *Trends in Food Science and Technology*, 17, 3-15.
26. Sartorelli D.,Cardoso M.A.(2006). Associação entre carboidratos da dieta habitual e diabetes mellitus tipo 2: evidências epidemiológicas. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabolismo*,50, 415-426.
27. Souza M.L., Menezes H.C. (2004). Processing of Brazil nut and meal and cassava flour: quality parameters. *Food Science and Technology*, 24,120-128.
28. Walter M., Silva L.P., Perdomo D.M.X. (2005). Amido disponível e resistente em alimentos: Adaptação Método da AOAC 996.11. *Alimentos e Nutrição*,16, 39-43.
29. Youn S., Woo H.D., Cho Y.A., Shin A., Chang N., Kim J.(2012). Association between dietary carbohydrate, glycemic index, glycemic load and the prevalence of obesity in Korean men and women. *Nutrition Research*,32, 153-159.
30. Yousif A.K., Alghzawi H.M. (2000). Processing and characterization of carob powder. *Food Chemistry*,69, 283-287.



Original/Otros

The presence and accuracy of food and nutrition terms in the Spanish and English editions of Wikipedia: in comparison with the Mini Larousse encyclopaedia

Laura María Cabrera-Hernández¹, Carmina Wanden-Berghe², Celeste Curbelo Castro¹ and Javier Sanz-Valero^{1,4}

¹Department of Community Nursing, Preventive Medicine and Public Health and History of Science, University of Alicante, Alicante. ²Department of Pharmacy, University CEU Cardenal Herrera. ³University General Hospital, Alicante. ⁴Department of Public Health, History of Science and Gynaecology, Miguel Hernández University, Elche. Spain.

Abstract

Objectives: To determine the presence and appropriateness of the terminology concerning Food/Nutrition Science in the Spanish and English editions of Wikipedia and to compare them with that of an encyclopaedia for general use (Mini Larousse).

Méthods: The terms in the study were taken from the LID dictionary on metabolism and nutrition: The existence and appropriateness of the selected terms were checked through random sample estimate with no replacement (n=386), using the Spanish and English editions of Wikipedia.

Results: The existence of 261 terms in the Spanish edition and 306 in the English edition was determined from the study sample (n=386). Several differences were found between the two editions (p<0,001). There were differences between the two editions in relation to the appropriateness of definitions, though these were not studied in any depth (p<0,001). During the study of the 261 terms in the Spanish version of Wikipedia, 3 entries (1,15%, IC95%: 0,00-2,44) were found to be lacking in appropriate information; 2 of the 306 entries in the English edition failed to give appropriate information (0,52%, IC95%: 0,00-1,23). A comparison between the existing entries of the Mini Larousse Encyclopaedia and the Spanish edition of Wikipedia, showed Wikipedia (p<0,001) as having a larger number of entries.

Conclusions: The terminology under study is present to a lesser extent in the Spanish edition of Wikipedia than in the English edition. The appropriateness of content was greater in the English edition. Both the Spanish and

PRESENCIA Y ADECUACIÓN DE LOS TÉRMINOS SOBRE ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN EN LAS EDICIONES ESPAÑOLA E INGLESA DE LA WIKIPEDIA: COMPARACIÓN CON LA ENCICLOPEDIA MINI LAROUSSE

Resumen

Objetivos: Determinar la presencia y adecuación de la terminología sobre las ciencias de la alimentación/nutrición en las ediciones española e inglesa de la Wikipedia, comparándola con una enciclopedia de ámbito general (Mini Larousse).

Métodos: Los términos a estudio se obtuvieron del Diccionario LID sobre metabolismo y nutrición. Se comprobó la existencia y adecuación de los términos seleccionados a partir del cálculo muestral aleatorio sin reposición (n = 386), accediendo a las ediciones española e inglesa de la Wikipedia.

Resultados: De la muestra a estudio (n=386) se determinó la existencia de 261 términos en la edición española y 306 en la inglesa. Existiendo diferencias entre las dos ediciones (p<0,001). Existieron diferencias, relacionadas con la adecuación de las definiciones, estudiadas de una forma no exhaustiva, entre ambas ediciones (p<0,001). Cuando se estudiaron los 261 términos en la edición en español de Wikipedia, se encontró que 3 entradas (1,15%, IC95%: 0,00-2,44) no tenían información apropiada; 2 de las 306 entradas de la edición de Inglés no presentaron información apropiada (0,52%, IC95%: 0,00-1,23). Al comparar las entradas existentes entre la Enciclopedia Mini Larousse y la edición española de Wikipedia, se observó un mayor número en la Wikipedia (p<0,001).

Conclusiones: La terminología a estudio está menos presente en la edición española de la Wikipedia que en la edición inglesa. La adecuación de los contenidos fue mayor en la edición inglesa. La edición española, y por

Correspondence: Javier Sanz-Valero.
Department of Community Nursing, Preventive Medicine and Public Health and History of Science, University of Alicante.
Campus of Sant Vicent del Raspeig.
P.O.B 99, 03080, Alicante, Spain.
E-mail: javier.sanz@ua.es

Recibido: 2-X-2014.
Aceptado: 2-XI-2014.

English editions have a greater number of entries and more exact ones than the Mini Larousse.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:488-493)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8179

Key words: *Access to information. Information dissemination. Information Management. Communication. Nutritional Sciences.*

Introduction

The Web 2.0 has proven its part in the knowledge and society of today, and continues to contribute with an increasing number of enhancing initiatives.

One important example is the wiki approach, which has proven to be remarkably successful. It is one of the wiki proposals which has greatly benefited Wikipedia, the online encyclopaedia that anyone can consult. It is one of the most visited websites¹ and usually appears in the top results of the various search engines². Therefore, it could be said that it is a valuable tool for the dissemination and promotion of the health sciences³.

However, one important criticism has to be concerning the editing process, because there is a high risk of inaccuracy. A reader cannot be absolutely sure that the information is not misleading or incomplete^{4,6}. However, for the convenience of readers, Wikipedia score their best quality entries, indicating whether they are good or outstanding. This label is given by consensus after a review of the style, integrity, accuracy and neutrality⁷ of each entry. Although it should be borne in mind that this is ultimately self-assessment.

Some authors compare the organized nature of traditional encyclopaedias with the disjointed and somewhat anarchic growth that Wikipedia shows⁸. Moreover, the main difference between a traditional encyclopaedia and Wikipedia is the collaborative nature of the project itself. It should be noted that the traditional paper encyclopaedia has only readers while Wikipedia has readers who can also be editors.

Also the main advantage of Wikipedia is that it can be updated easily and quickly. One notable example of this was how articles related to pandemic flu H1N1⁹ were renewed almost instantly in 2009.

Thus, given the importance of Wikipedia in researching health issues, it is important to be familiar with the quality and relevance of the information available. It must also be determined whether or not students can replace encyclopaedias in paper format with Wikipedia.

The aim of this study was to determine the presence and appropriateness of Food/Nutrition Science terminology in the Spanish and English editions of Wikipedia and to compare them with a general encyclopaedia (Mini Larousse) while bearing in mind, among other variables, suitability, updating, number of consultations and existing references and viewing the existence of association between variables.

ende la inglesa, presenta mayor número de entradas y más apropiadas que las de la Mini Larousse.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:488-493)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8179

Palabras clave: *Acceso a la información. Diseminación de información. Gestión de la información. Comunicación. Ciencias Nutricionales.*

Methods

Cross sectional study. The specialised terminology was taken from the LID Dictionary of Metabolism and Nutrition¹⁰, as the standard of comparison. The general encyclopaedia used was the Mini Larousse Encyclopaedia (2011 edition, latest version available at the time of the study). The Mini Larousse was decided upon because until the present day it has been a general encyclopaedia widely used and consulted within the Spanish education system.

We calculated the number of terms to study by using simple random sampling without replacement, making the estimation of population parameters (expected value of about 0.5, precision of interval 0.05 and confidence level = 0.95) in an infinite population, by using the software EPIDAT 3.1. The sample to study was calculated from the 3000 existing terms in the LID Dictionary; namely 386.

The existence of the terms to be studied was checked through Internet access to the Spanish and English editions of Wikipedia: [<http://www.wikipedia.org/>]. End of consultation: July/1/2013. SPSS software for Windows, version 15, was used for data storage and further analysis.

Variables studied:

- Presence: existence of the term.
- Adequacy: correction of the information was carried out through non-exhaustive checking of both the information and the definitions included in all the terminology by at least two of the authors of this article.
- Update date: last modification of the entry text.
- Queries: number of times per day the term has been consulted.
- Number of references: number of references that support the content of the article (from the entry).
- Number of links: external connections that verify the contents of the article.
- Number of monitors: people who monitor any change made in the article. Wikipedia only reports on entries that are monitored by more than 30 users, so this variable was studied as a dichotomy (under 30 or over 30 monitors)
- Outstanding entry: an entry that the Wikipedia community consider to be of excellent quality after reviewing style, integrity, accuracy and neutrality.

- Good entry: an entry classified as good quality, after reviewing style; and also verified as accurate in facts and verifiable information.

Qualitative variables were described by their frequency and percentage. Quantitative variables as their Average and Standard deviation. Median was used as a measure of central tendency. We also calculated the Maximum and Minimum. The student t test was used to test the significance of average differences in independent samples. The existence of association between qualitative variables, to ascertain the statistically significant differences, was analysed by Pearson's chi-square test. The level of significance was $\alpha = 0.05$.

Results

From the 386 entries studied, 261 terms (67.62%, CI 95%: 62.95 to 72.28) were found in the Spanish edition and 306 terms (79.27%, CI 95%:75.23 to 83.32) in the English edition: the relationship between both was 1:1.17. There are some differences between the two editions (chi-square = 187.37, df = 1, p <0.001), see table I.

When we studied the appropriateness of the 261 terms in the Spanish edition of Wikipedia, it was found that 3 entries (1.15%, 95% CI 0.00 to 2.44) had no appropriate information. Two of the 306 entries found in the English edition did not show adequate information (0.52%, 95% CI 0.00 to 1.23). Several differences in appropriateness were observed between the two editions (chi-square = 41.66, df = 1, p <0.001).

By studying the classification given by the Spanish edition of Wikipedia to the articles under evaluation, it was found that 5 terms were listed as outstanding (1.92%, 95% CI 0.25 to 3.58) and 2 were classified as good (0.77%, 95% CI 0.00 to 1.82). In the English edition, 9 terms were considered outstanding (2.94%, 95% CI 1.05 to 4.83) and 12 as good (3.92%, 95% CI 1.75 to 6.10).

The data on updating information on terms is shown in table II. No differences were found between the two editions of Wikipedia (Student t = 1.14, df = 563, p = 0.256).

The data taken from both the Spanish and English editions concerning the number of references and links

	Wiki – English edition			
	No	Yes	Total	
Wiki – Spanish edition	No	77	48	125
	Yes	3	258	261
	Total	80	306	386

Table II
Update / obsolescence of the information contained in each of the terms on food / nutrition in Spanish and English editions of Wikipedia (data expressed in days)

	Spanish edition	English edition
Maximum	846	2940
Minimum	1	1
Average	67,31 ± 6,34	52,80 ± 10,50
Median	31	21
Mode	10	9

that support the quality of information on food / nutrition can be found in table III. Differences were found between the two editions in the number of references given (Student t = -7.19, df = 460.17, P <0.001). This was also found when the average difference between the number of external links containing food / nutrition terminology in both editions were analysed (Student t = -4.79, df = 559.69, P <0.001).

As far as monitoring articles in the Spanish edition is concerned, 17 terms (6.51%, 95% CI 3.52 to 9.51) had more than 30 monitors, while in the English edition there were 171 (55.88%, 95% CI 50.32 to 61.45). There were significant differences between the two Wikipedia editions concerning the number of monitors per entry (chi-square = 9.70, df = 1, p = 0.002), see figure 1.

The number of visits per day for each of the terms on food / nutrition in both editions of the Wikipedia is shown in table IV. There were seen to be several differences in statistics between the two editions (Student t = -5.75, df = 488.10, P <0.001).

Of the 386 food/nutrition terms studied ,125 were found to exist in the Larousse Mini Encyclopaedia

Table III
Statistics on the references and external links containing terminology about food / nutrition in Spanish and English editions of Wikipedia.

		Spanish edition	English edition
References	Maximum	185	292
	Minimum	0	0
	Average	7,63 ± 1,34	27,81 ± 2,47
	Median	1	12
	Mode	0	0
External Links	Maximum	21	29
	Minimum	0	0
	Average	1,64 ± 0,18	2,93 ± 0,21
	Median	1	2
	Mode	0	0

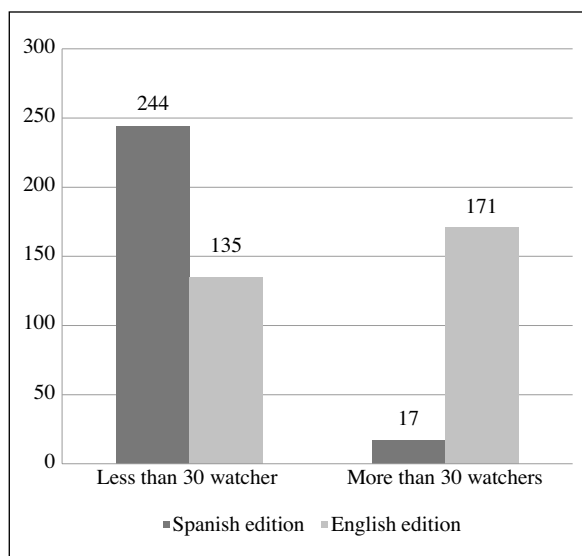


Fig. 1.—Number of monitors of the entries (articles) about food/nutrition on Wikipedia.

(32,38%, IC del 95%: 27,72 a 37,05). Differences were confirmed concerning the presence of terms in this Encyclopaedia and in the Spanish edition of Wikipedia (chi-square = 49.97, df = 1, p <0.001), and consequently in the English edition. It was verified that 10 terms (8%, 95% CI 3.24 to 12.76) in the Mini Larousse Encyclopaedia could be considered more appropriate than those found in the Spanish edition of Wikipedia: see figure 2.

Discussion

The results obtained suggest that the terminology on food / nutrition science is starting to have an adequate presence in the Spanish edition of Wikipedia and following on from this, in the English edition too. Two studies^{11,12} based on the English edition proved the presence of appropriate terms on gastrointestinal diseases as used by the Pathology Association. In contrast, a study of the pharmacological terminology in the Spanish edition was found to be lacking compared to the English edition¹³.

	Spanish edition	English edition
Maximum	6335	12823
Minimum	2	1
Average	67,31 ± 6,34	52,80 ± 10,50
Median	261	662
Mode	2	5089

The content may be considered to be adequate, in line with that of other areas of the health sciences. There were few errors found in a study on cancer terminology¹⁴. In another on surgical procedures, the terminology was seen to be precise¹⁵. In the case of the terminology used by the Pathology Association, the information was considered to be complete, up to date and of good quality¹². Another study on health in the English edition was shown to be suitable for use by students of nursing¹⁶. And in the case of depression and schizophrenia, it was proved that the information available was generally better than that provided by other websites or by even the Encyclopaedia Britannica¹⁷.

In contrast, previous research into pharmacological ingredients presented in the English edition showed important data on dosage and side effects to be missing in several instances. This incomplete information can cause serious harm to patients who may consult it⁶. This was also the case in a study on Methotrexate¹⁸ and in another study on 20 commonly prescribed drugs, information on dosage and side effects was found to be incomplete and inaccurate¹⁹.

A very small number of entries listed as good or outstanding in both editions of Wikipedia were totally unfounded in scientific literature. This may be due to the still low levels of participation in Wikipedia of health-related professionals. This contradicts the fact that American doctors admit to using Wikipedia as a source of information¹³, as do pharmacists⁷. They also recognise the fact that they use it more and more, even for teaching²⁰. For all those questioned it is the most widely used Web application apart from Google. It should be said however, that several years ago several scientists decided to help in the editing and updating of Wikipedia entries, but most have no desire to join the editorial board⁴.

This updating of data proves how easily Wiki technology can be developed and kept up to date²¹. An

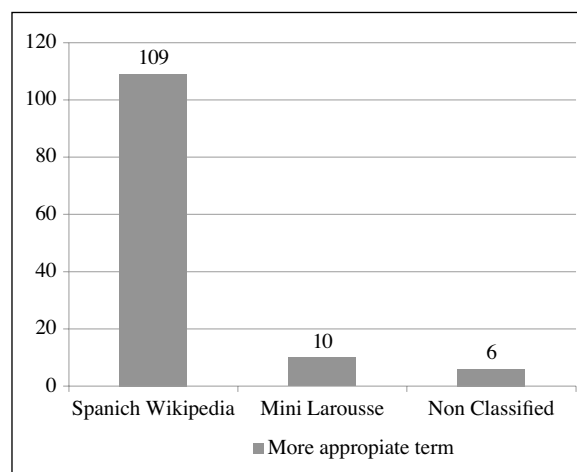


Fig. 2.—Comparison of the adequacy of the 125 terms found in the Larousse Encyclopedia on food/nutrition and ten Spanish editions of Wikipedia.

example of this was the almost immediate revising of Wikipedia articles on the pandemic flu in 2009⁹. In a study on cancer terminology¹⁴ it was found that the entries on the most common cancers were more frequently updated than others and that they were of a higher quality than those on rare cancers. It is evident that the most popular entries are continually monitored¹⁵. The study on surgical procedures found a positive correlation between the frequency with which the article had been updated and its adequacy.

The increasing appearance of quotes from scientific journals on Wikipedia that lend to the quality of information is due principally to the work of the “librarians” (licensed users who carry out maintenance). There is, however, a slight tendency to quote articles published in high impact journals²². Also current trends imposed by accreditation bodies²³ are followed. The higher number of references found in the English edition of Wikipedia was also verified in a previous study, which stated that they are adequate in number and of sufficient quality^{14,16}. The study on gastrointestinal diseases showed that the contents were based on at least one scientific article¹¹. In the study on nursing terminology it was concluded that references found in the Wikipedia entries were adequate in number and of sufficient quality¹⁶.

Regarding external links, it must be remembered that Wikipedia is not a Web directory, although including a number of external links in its entries provides a valuable service as it enables readers to consult other information on the Internet that may support the content posted.

The differences observed between the two editions regarding monitoring entries could be due to the fact that on a given day, (e.g. October 7, 2012), the Spanish edition had registered 2,380,292 users, of whom them less than 0.7% were active users (users who had accessed the site at least once in the last 30 days). Basically, just over 1,000 people control the Spanish edition of this digital encyclopaedia. However, registered users of the English edition were 10 times more than those of the Spanish edition²⁴.

The high number of queries that Wikipedia receives is due to it having become the first stop for people seeking information- scientific or otherwise. It is also used to obtain an overview of a specialised area²⁵. It is a well known fact that the Internet is seen as an important source of information on health-related topics²⁶, even in the search of information following the outbreak of a public health emergency⁹ or in a specific need, such as ongoing illness or episodic drug therapy²⁷.

Results indicate that the presence of the terms studied was larger in the Spanish edition of Wikipedia than in the Mini-Larousse. And analysis of the content shows that few terms of the Mini-Larousse could be defined as acceptable. In other words, in the Spanish Wikipedia (and also, of course, in the English edition) a higher number of entries were identified and these

were seen to be more appropriate. However, this is not the first time that Wikipedia has been favourably compared with a reputable encyclopaedia of widespread use. In 2005, the prestigious journal *Nature* published a comparison between the English edition of Wikipedia and the Encyclopaedia Britannica. In this study, they asked independent experts to evaluate different entries, concluding that no significant differences were found between the two encyclopaedias^{28,29}.

A possible limitation of this study could be that in a random selection of the terminology of food / nutrition, there will be rare or not particularly common terms included. In any case this study offers a general review of the terminology of food / nutrition. The full validity of the content of the website in question is beyond the scope of this study. This would have to be evaluated by specialists in the different fields of food / nutrition: food safety, food technology, basic nutrition, community nutrition, clinical nutrition, etc. A more exact study would need to take into account the essential principles of verifiability and attribution.

Issues concerning writing style have still not been fully resolved, as it is probably too much to expect that an encyclopaedia created by “a thousand hands”, can be well written. Although it must be said that some entries are written with sobriety, clarity and elegance.

The degree to which the two editions of Wikipedia are formally correct (grammatical style, syntactic correctness and digital appropriateness) was not taken into consideration in this study. Evaluation is called for to evaluate quality according to traditional criteria (writing, intelligibility, punctuation, etc.) and also to appreciate the digital criteria (appreciation of technical possibilities: hyperlinks, sounds, audio, etc.). This is because Wikipedia must be valid as an encyclopaedia, but it also has to act as a tool of Web 2.0.

Other possible limitations would include: Constant modification does not guarantee content appropriateness; it only guarantees Wikipedia rapid updating, which until now has been unprecedented in the encyclopaedia world. The quality of references and links of every term was not studied, though it may be assumed that the provision of references to scientific publications is possibly connected to improved quality of information.

From the above, the following conclusions can be made: Food and nutrition science terminology has an increasing presence in the Spanish edition of Wikipedia. It is to be noted that terminology under examination has a smaller presence in the Spanish edition of Wikipedia than in the English edition. The adequacy of the contents of the articles studied can be considered appropriate. However, there are still significant differences between the two editions regarding suitability of terminology. The level of efficiency in the updating of the entries is remarkable and difficult to find in other forms of publication. It is clear that there are significant differences in relation to the number of

monitors per entry, with the English edition coming out in favour. The high number of queries on Wikipedia, along with its easy access and the speed of content updating, give both editions enormous potential as tools for the transmission of knowledge on food and nutrition sciences. The Spanish and English editions of Wikipedia have more entries and are more appropriate than the Mini Larousse encyclopaedia.

References

- Alexa, the Web Information Company [Web site]. U.S.A.: Amazon.com Company [consult 23 Oct 2013]. Top Sites (The top 500 sites on the Web) [around 5 screens]. Available at: <http://www.alexa.com/topsites>
- Laurent MR, Vickers TJ. Seeking health information online: does Wikipedia matter? *J Am Med Inform Assoc.* 2009;16(4):471-9. doi: 10.1197/jamia.M3059
- Heilman JM, Kemmann E, Bonert M, Chatterjee A, Ragar B, Beards GM, et al. Wikipedia: a key tool for global public health promotion. *J Med Internet Res.* 2011;13(1):e14. doi: 10.2196/jmir.1589
- Giles J. Wikipedia rival calls in the experts. *Nature.* 2006;443(7111):493. doi:10.1038/443493a
- Rosenzweig R. Can history be open source? Wikipedia and the future of the past. *J Am Hist.* 2006;93(1):117-146. doi: 10.2307/4486063
- Kupferberg N, Protus BM. Accuracy and completeness of drug information in Wikipedia: an assessment. *J Med Libr Assoc.* 2011;99(4):310-3. doi: 10.3163/1536-5050.99.4.010
- Sanz-Valero J, Wanden-Berghe C, Culebras Fernández JM, Gil A, Ruiz MD, Luengo LM, et al; Grupo de Comunicación y Documentación Científica en Nutrición (CDC-Nut SENPE). Wikipedia y Wikinutrición; herramientas clave para la promoción global de la nutrición. *Nutr Hosp.* 2012;27(5):1375-9. doi:10.3305/nh.2012.27.5.5984
- Gourdain P, O'Kelly F, Roman-Amat B, Soulas D, Hülshoff TD. La revolución Wikipedia. Madrid, Spain: Alianza Editorial; 2008.
- Tausczik Y, Faasse K, Pennebaker JW, Petrie KJ. Public anxiety and information seeking following the H1N1 outbreak: blogs, newspaper articles, and Wikipedia visits. *Health Commun.* 2012;27(2):179-85. doi: 10.1080/10410236.2011.571759
- García de Lorenzo A, director. Diccionario LID Metabolismo y Nutrición. Madrid, Spain: LID Editorial Empresarial, S.L.; 2007.
- Czarnecka-Kujawa K, Abdalian R, Grover SC. The quality of Open Access and Open Source Internet material in gastroenterology: is Wikipedia appropriate for knowledge transfer to patients? *Gastroenterology.* 2008;134(Suppl 1):A-325-6. doi: 10.1016/S0016-5085(08)61518-8
- Kim JY, Gudewicz TM, Dighe AS, Gilbertson JR. The pathology informatics curriculum wiki: harnessing the power of user-generated content. *J Pathol Inform.* 2010;1:e10. doi: 10.4103/2153-3539.65428
- López Marcos P, Sanz-Valero J. Presencia y adecuación de los principios activos farmacológicos en la edición española de la Wikipedia. *Aten Primaria.* 2013;45(2):101-6. doi: 10.1016/j.aprim.2012.09.012
- Rajagopalan MS, Khanna VK, Leiter Y, Stott M, Showalter TN, Dicker AP, et al. Patient-oriented cancer information on the internet: a comparison of wikipedia and a professionally maintained database. *J Oncol Pract.* 2011;7(5):319-23. doi: 10.1200/JOP.2010.000209
- Devgan L, Powe N, Blakey B, Makary M. Wiki-surgery? Internal validity of Wikipedia as a medical and surgical reference. *J Am Coll Surg.* 2007;205(3):S76-7. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2007.06.190
- Haigh CA. Wikipedia as an evidence source for nursing and healthcare students. *Nurse Educ Today.* 2011;31(2):135-9. doi: 10.1016/j.nedt.2010.05.004
- Reavley NJ, Mackinnon AJ, Morgan AJ, Alvarez-Jimenez M, Hetrick SE, Killackey E, et al. Quality of information sources about mental disorders: a comparison of Wikipedia with centrally controlled web and printed sources. *Psychol Med.* 2012;42(8):1753-62. doi: 10.1017/S003329171100287X
- Thompson AE, Graydon SL. Patient-oriented methotrexate information sites on the Internet: a review of completeness, accuracy, format, reliability, credibility, and readability. *J Rheumatol.* 2009;36(1):41-9. doi: 10.3899/jrheum.080430
- Lavsa SM, Corman SL, Culley CM, Pummer TL. Reliability of Wikipedia as a medication information source for pharmacy students. *Currents in Pharmacy Teaching and Learning* 2011;3(2):154-8. doi: 10.1016/j.cptl.2011.01.007
- Brokowski L, Sheehan AH. Evaluation of pharmacist use and perception of Wikipedia as a drug information resource. *Ann Pharmacother.* 2009;43(11):1912-3. doi: 10.1345/aph.1M340
- Alkhateeb FM, Clauson KA, Latif DA. Pharmacist use of social media. *Int J Pharm Pract.* 2011;19(2):140-2. doi: 10.1111/j.2042-7174.2010.00087.x
- Archambault PM. WikiBuild: a new application to support patient and health care professional involvement in the development of patient support tools. *J Med Internet Res.* 2011;13(4):e114. doi: 10.2196/jmir.1961
- Culebras-Fernández JM, García de Lorenzo A, Wanden-Berghe C, Castiel LD, Sanz-Valero J. ¡Cuidado!, sus referencias bibliográficas pueden ser estudiadas. *Nutr Hosp.* 2008;23(2):85-8.
- Yasseri T, Sumi R, Kertész J. Circadian Patterns of Wikipedia Editorial Activity: A Demographic Analysis. *PLoS ONE.* 2012;7(1):e30091. doi: 10.1371/journal.pone.0030091
- Bateman A, Logan DW. Time to underpin Wikipedia wisdom. *Nature.* 2010;468(7325):765. doi: 10.1038/468765c
- Peterson G, Aslani P, Williams KA. How do consumers search for and appraise information on medicines on the Internet? A qualitative study using focus groups. *J Med Internet Res.* 2003;5(4):e33.
- Law MR, Mintzes B, Morgan SG. The sources and popularity of online drug information: an analysis of top search engine results and web page views. *Ann Pharmacother.* 2011;45(3):350-6. doi: 10.1345/aph.1P572
- Giles J. Internet encyclopedias go head to head. *Nature.* 2005;438(7070):900-1.
- Arias Maldonado M. Wikipedia y la Británica: la guerra de los mundos. *Revista de Libros.* 2010;165:24-5.



Original/Otros

Role of ApoA1 on High-Density Lipoprotein: an intervention with plant sterols in patients with hypercholesterolemia

Ismael San Mauro Martín^{1,3}, Luis Collado Yurrita¹, María Ángeles Cuadrado Cenzual²,
María José Ciudad Cabañas¹ and Paula Mendive Dubourdiou³.

¹Medicine Department, Complutense's University of Madrid. ²Clinical Analysis Unit, Hospital Universitario Clínico San Carlos de Madrid. ³Research Centers in Nutrition and Health (CINUSA Group). Spain.

Abstract

Background: Numerous studies have shown an inverse association between cholesterol's concentration associated with High-Density Lipoprotein Cholesterol (HDL-C) and cardiovascular risk. The present study intends to investigate the possible relation between Apolipoprotein A (ApoA1) and HDL-C as a new strategy to reduce cardiovascular risk.

Aim: was determine the effect of ApoA1 in cholesterol's metabolism through its influence on HDL-C in young adult population.

Methods: One clinical trial, controlled, randomized, double-blind, providing a commercial milk, "Naturcol", with sterols for 3 weeks (n = 19) and placebo (n = 16). A questionnaire *Ad Hoc* was designed and a complete anthropometric study was made. SPSS 21.0 was used to analyse the data.

Results: Significant differences were observed between sterol milk and placebo in a single marker, Low-Density Lipoprotein Cholesterol (LDL-C). A linear dispersion of data between HDL-C and ApoA1 was found, both at the beginning and end of the intervention (Person Correlation = 0.846 and 0.903, respectively). High dependency measures by linear regression ($R^2 = 0.715$ and 0.816 , respectively) were observed.

Conclusion: A significant relation between HDL-C and ApoA1 was proven. Taking into account the importance that HDL-C levels seem to have on cardiovascular health, ApoA1 is presented as an important clinical marker to improve heart function as well as to reduce cardiovascular risk.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:494-499)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8147

Key words: *ApoA1. Cholesterol. Cardiovascular risk. Plant sterols. High-density lipoproteins (HDL-C).*

PAPEL DE APOA1 EN LIPOPROTEÍNAS DE ALTA DENSIDAD: UNA INTERVENCIÓN CON ESTEROLES VEGETALES EN PACIENTES CON HIPERCOLESTEROLEMIA

Resumen

Antecedentes: Numerosos estudios han demostrado una asociación inversa entre la concentración de colesterol asociado a lipoproteínas de alta densidad de colesterol (HDL-c) y el riesgo cardiovascular. El presente estudio investigó la posible relación entre la apolipoproteína A (ApoA1) y el HDL-C como una nueva estrategia para reducir el riesgo cardiovascular.

Objetivo: determinar el efecto de ApoA1 en el metabolismo del colesterol a través de su influencia sobre el HDL-c en la población adulta joven.

Métodos: ensayo clínico, controlado, aleatorizado, doble ciego, proporcionando una leche comercial con esteroides, "Naturcol", durante 3 semanas (n = 19) y placebo (n = 16). Se diseñó un cuestionario *Ad Hoc* y se realizó un estudio antropométrico completo. Se utilizó el programa SPSS 21.0 para analizar los datos estadísticos.

Resultados: Se observaron diferencias significativas entre la leche de esteroles y el placebo únicamente en un solo marcador, en las lipoproteínas de baja densidad de colesterol (LDL-c). Se encontró una dispersión lineal de datos entre HDL-C y ApoA1, tanto al principio y al final de la intervención (correlación de Person = 0,846 y 0,903, respectivamente). Se observó alta dependencia en la regresión lineal ($R^2 = 0,715$ y $0,816$, respectivamente).

Conclusión: Una relación significativa entre el HDL-c y ApoA1 fue comprobada. Teniendo en cuenta la importancia que los niveles de HDL-c parecen tener en la salud cardiovascular, la ApoA1 se presenta como un importante marcador clínico para mejorar la función del corazón, así como para reducir el riesgo cardiovascular.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:494-499)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8147

Palabras claves: *ApoA1. Colesterol. Riesgo cardiovascular. Esteroides vegetales. Lipoproteínas de alta densidad (HDL-c).*

Correspondence: Ismael San Mauro Martín.
Medicine's Department (Complutense University of Madrid).
Plaza de Ramón y Cajal s/n, 28040 Madrid (Spain).
E-mail: research@grupocinusa.com

Recibido: 30-IX-2014.

Aceptado: 3-XI-2014.

Abbreviations

ApoA: Apolipoprotein A.
ApoA1: Apolipoprotein A-1.
ApoB: Apolipoprotein B.
BIA: Bioelectrical Impedance Analysis.
TC: Total Cholesterol.
Dl: Decilitre.
CVD: Cardiovascular Disease.
G: Grams.
HC: Hypercholesterolemia.
HDL-C: High-Density Lipoprotein Cholesterol.
HUCSCM: *Hospital Universitario Clínico San Carlos de Madrid*.
BMI: Body Mass Index.
LCAT: Lecithin-Cholesterol Acyltransferase.
LDL-C: Low-Density Lipoprotein Cholesterol.
CRP: C-Reactive Protein.
TAG: Triacylglycerol(s).
ACS: Acute Coronary Syndrome.
SNP: Single-Nucleotide-Polymorphism.

Introduction

Cardiovascular Disease (CVD) of atherothrombotic aetiology is the first cause of death in the occidental World¹. Although Spain has a lower CVD incidence than northern European countries, we should consider that hospitalization as a consequence of Acute Coronary Syndrome (ACS) increases annually in 1.5%, approaching the European figures².

There are several risk factors associated with the development of CVD, among which Hypercholesterolemia (HC) is one of the most relevant; not only because of its high prevalence but also because of its deficient control in general population, which have already been diagnosed with the disease. The increase of Low-Density Lipoprotein Cholesterol (LDL-C) seric concentrations has been reported as the main risk factor in a CVD. Some studies suggest that for the reduction of 1% of the concentration of total cholesterol, a reduction of 2% on cardiovascular risk could be obtained³.

However, it should be remained that, among HC, several phenotypes are found, affected by different mechanisms in the regulation, manipulation and relevancy of cardiovascular risk^{4,5,6}. The relation between cardiovascular events and high concentrations of cholesterol, associated to LDL-C is clearly established after numerous clinical tests and reviews based on the evidence of their results. In addition, an increasing number of studies have proven an inverse relation between cholesterol's concentration associated to High-Density Lipoprotein Cholesterol (HDL-C) and cardiovascular risk. Thus, it is justified to focus on HDL-C as a new additional strategy to reduce cardiovascular risk, as well as on the interest of the mechanisms implied⁷.

Therefore, the decision of intervention on the lipid metabolism to prevent CVD is based on the analytic levels of plasmatic cholesterol and its fractions, though some workgroups recommend changing the focus towards apolipoproteins⁸.

Apolipoproteins are the parts of lipoproteins that contain proteins and are generally combined with lipids. Apolipoprotein A-1 (ApoA1) is associated with HDL-C while Apolipoprotein B (ApoB) is associated with LDL-C, having opposite functions⁹.

Apolipoprotein A (ApoA) is formed by other subclasses, ApoA1, ApoA2, and others, which synthesize in the liver and intestine. They are transferred actively towards and from HDL-C, VLDL-C and chylomicrons. Their main function is to activate Lecithin-Cholesterol Acyltransferase (LCAT), which esterifies free cholesterol on HDL and, peripherally, transfers it from the interior of the cell to its membrane, therefore activating ApoA1 receptors with the intervention of cholesterol's transporters ABCA1¹⁰. Some authors even suggest the determination of useful ApoA1 on patients' diagnosis with a genetic defect of low production of HDL-C, though the benefits of associating low concentrations of ApoA1 to cardiac risk, instead of measuring HDL-C, are not still clear. There are prospective studies on the predicative value of ApoA1 which have not shown higher advantages on HDL-C, as well as not having standardized determination methods yet¹¹.

The present study intends to prove the possible relation between ApoA1 and HDL-C in a double-blind study, based in an intervention with vegetal sterols, analysing, at the beginning and end of this study, the variations of fractions of blood cholesterol in relation to ApoA1.

Objective

The aim of the study was establish the effect of ApoA1 in cholesterol's metabolism through its influence on HDL-C in a young adult population.

Materials and methods

Double-blind, controlled, randomized, clinical test with participants recruited from *Hospital Universitario Clínico San Carlos de Madrid (HUCSCM)*, after the approval of the Bioethic's Committee of this hospital (code: C.I. 12/233). Previous to the beginning of the test, the participants were given instructions about the aim of the study and signed an informed consent form. Sterols were mixed in commercial milk "Naturcol" (supplied by *Corporación Alimentaria Peñasanta S.A.*), available in the market during the period of this study. During three weeks, the participants received either the treatment or the placebo, ingesting 2 glasses of milk every day. The glasses were standardised to a

volumetric capacity of 350 ml, administering in each of them a daily capacity of 2.24 g of vegetal sterols for patients receiving the treatment (included in the “milk study” phase). The same quantity of non-sterol, skimmed milk was given to patients receiving the placebo. The milk was blinded, bottled in white, without the knowledge of both participants and investigators, only differing on the colour of the cap. The assignment of the groups was arbitrary, using randomization-by-number charts.

Inclusion and exclusion criteria

- – *Inclusion criteria*: Men and women; aged 18-50, Total Cholesterol (TC) > 200 mg/dl.
- – *Exclusion criteria*: TC < 200 mg/dl; cardiac pathology (ictus, myocardial infarction, angina pectoris, etc.); lactose intolerance; allergy to cow milk’s proteins; allergy to vegetal sterols; pharmacologic treatment to cholesterol or triacylglycerol/triglycerides (TAG) (fibrates, statins, etc.); obesity - Body Mass Index (BMI) > 30.

Clinical analysis

Sample extractions for analytical tests were conducted by healthcare personnel in *Unidad de Análisis Clínicos del HUCSCM*, following the standardized methodology. The test were done after the participants had fasted for 12 hours^{12,13,14}.

Study factors and variables

For this project an *Ad Hoc* questionnaire was designed. All surveys, as well as the anthropometric study, were made by a single investigator. The variables of study were established to reach the outlined targets: gender, age, clinical and pharmacological history, quality of sleep, health habits, toxic habits (such as tobacco and alcohol), intestinal habits, food consumption frequency and physical activity. In addition, it was measured the weight, height, waist perimeter, BMI, grease percentage, visceral grease percentage, grease-free mass (kg) and water percentage in each participant. Weight, BMI and corporal composition were established with a tetra-polar, mono-frequency (50 kHz), Bioelectrical Impedance Analysis (BIA): TANITA BP-601 Model. For the composition’s measurement with BIA, the usual standard protocol was used. Analytic markers were: ApoA1, Lipoprotein A, lipid profile (TC, HDL-C, LDL-C and TAG), haematology (white and red series’ count), glucose, insulin and C-Reactive Protein (CRP).

Besides this, confounding factors were also considered, using an affinity chart for the ingestion’s compliance (>95 %), a own elaboration score to mo-

nitor food’s ingestion that could influence, upwards or downwards, cholesterol’s metabolism and controlling the non-modification of initial habits during the test.

Statistical Analysis

For data analysis, *IBM’s SPSS 21.0* statistic’s programme was used. Firstly, a descriptive analysis of socio-demographic, anthropometric and of initial and final lipid levels under the ingestion of “Naturcol” and the placebo was undertaken. Normality of lipid levels was also measured using *Shapiro-Wilk Test*. To measure the efficiency of the ingestion of “Naturcol” and the placebo, the difference of lipid levels before and after the ingestion was calculated, also employing *Student’s T-Test* for related samples or *Wilcoxon Signed-Rank Test*, according to the compliance of the “assumption of normality” of the independent variables. The size of the effect was calculated as the quotient of the average’s difference with the initial standard deviation for “Naturcol”. In order to study if the effect of the ingestion of “Naturcol” or the placebo interacts with the gender, F-Test for ANOVA’s interaction of a design of partially repeated measures with the gender factor was used. The level of statistical’s significance applied was 5%. As for studying the relation between ApoA1 and HDL-C, as well as with other markers, *Pearson Product-Moment Correlation Coefficient* was applied and, afterwards, a linear regression was used to discover the degree of dependence between both parameters.

This study followed the ethical principles recognised by the Declaration of Helsinki, the recommendations of good clinical practice, the actual Spanish legislation which regulates clinical investigation on humans, personal and bioethics data protection (Spanish Law: *Decreto Real 561/1993 sobre ensayos clínicos y 14/2007, 3 Julio para la investigación biomédica*).

Results

The test started with 43 participants. Four of them were excluded due to non-compliance of the treatment or the used methodology; and other 4 participants did not complete the research, therefore their results were not included the final report. 35 participants finished this study – 19 women and 16 men (age 36,3 (±6,9)). 19 of them were in the study group with sterols and 16 of them in the control-group, which received the placebo. The normality of the variables was proved and significant differences due to age, weight, height and anthropometry were not found. The descriptive characteristics of the participants are shown in table I.

After finalizing the treatment, significant differences were observed between the values of milk with sterol and placebo milk, in only one single marker: LDL-C (Table II).

Table I

Descriptive data of the sample in reference to gender, age and basic anthropometry. Expressed in absolute values and its percentage, in brackets, or in average values and its standard deviation, in brackets

	N (%) / M (Sd)
Gender (Male)	16 (45,7)
Age (Years)	36,3 (6,9)
Weight (Kg)	69,4 (11,9)
Height (m)	1,7 (0,9)
BMI	23,9 (3,4)

Table II

Comparison of the intervention 's efficiency, measured through the difference between initial and final values (Δ : initial-final), expressed as average and standard deviation, with its significance (p) in each case

	Naturcol M (Sd)	Placebo M (Sd)	p
Δ LDLc _{mg/dL}	15,9 (29,54)	-11,1 (19,2)	0,004
Δ HDLc _{mg/dL}	2,3 (8,1)	-1,0 (3,0)	0,14
Δ ApoA 1 _{mg/dL}	5,5 (12,6)	-1,9 (15,8)	0,13
Δ Lipoprotein A _{mg/dL}	-3,9 (8,7)	-1,1 (4,5)	0,24

A linear data dispersion was found between HDL-C and ApoA1, both among the initial and final values of the intervention (Pearson Correlation: 0,846 and 0,903, respectively), obtaining a high dependence; values of linear regression ($R^2 = 0,715$ and 0,81, respectively).

This dependence could not be proven or it was too low, between LDL-C and ApoA1 (R^2 de 0,131), and the initial-final values of HDL-C and ApoA1 (R^2 de 0,27).

Discussion

On one hand, several studies have shown that there is an inverse relation between HDL-C and ECV levels. It is estimated that, for an increase of 1 mg/dl of HDL-C, the risk of myocardial infarction or even death could be reduced in approximately 3%¹⁵, which would positively influence cardiovascular health. This result is of a great relevance to consider against LDL-C where, as we stated previously, a decrease of 1% would mean a reduction of 2% on cardiovascular risk³.

This way, as it has already been suggested in literature, a good therapeutic target would be to maintain, upwards HDL-C levels. Regarding this, ApoA1 seems to cause a special relevance and interest in the scientific community. Our data shows a high dependence of HDL-C, that is not modified after the intervention ($p=0,13$) as there is not a significant modification of HDL-C ($p=0,14$). Similar data was observed by Collins M, et al. 2007¹⁶, in an intervention with 84 participants, divided in 4 groups (exercise and sterols, sterols, exercise and control), without acknowledging any changes after the intervention, neither in ApoA1, Apolipoprotein B (ApoB), ghrelin and the growth hormone. Nevertheless, a correlation between ApoA1 and HDL-C was observed ($r=0,33$, $p=0,01$). In another study, Sialvera Tf, et al 2007, administering up to 4 g of sterol to a sample of 108 participants (double-blind), reached a decrease of LDL-C higher than 20%. No differences were seen on HDL-C and ApoA1 levels¹⁷.

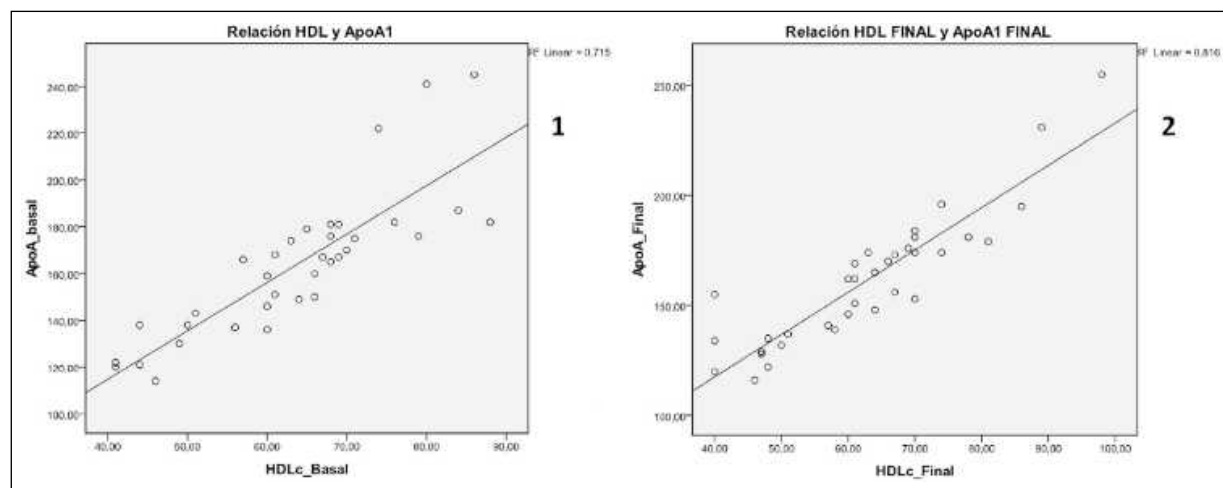


Fig. 1.—Pearson Correlation between initial HDL-C and initial ApoA1 (Figure 1.1); and between final HDL-C and final ApoA1 (Figure 1.2.).

Other authors¹⁸, following the hypothetical influence of HDL-C and ApoA as indicators to estimate the individual risk of CD, undertook a test with 15 obese participants that undertook physical exercise. A significant reduction on TAG, ApoA1 and ApoB levels was achieved, though not in LDL-C or HDL-C levels, which they justify stating that only a part of HDL-C particles participate in the reverse transportation of cholesterol. And though the majority believes that an adequate increase of physical activity produces an increase on HDL-C concentrations (and probably also on ApoA1 levels)¹⁹, more thorough studies have not found positive and consistent results based, for example, on physical exercise, like Kelly et al, 2011²⁰ meta-analysis, which concludes with the improvement of TC, LDL-C and TAG levels, but not with an increase of HDL-C levels, neither with significant differences in this marker.

On another hand, besides the values recollected and measured in blood, there is still a lack of data relating apolipoproteins (ApoB, ApoA1) and LDL-C and HDL-C, with the charge of the atherosclerotic plaque and the presence of a nucleus rich in lipids, as a high-risk plaque marker²¹.

It is increasingly evident that a functional HDL-C is a more desirable target than the simple increase of the levels of HDL-C cholesterol, due to its well-known anti-atherogenic function in its capacity to promote the transportation of inverse cholesterol from peripheral cells²². At this point, the functionality of ApoA1 could play a relevant role, being an important motor of therapeutic target to improve cardiac function and decrease, therefore, cardiovascular risk.

This scientific interest is motivating the research of new molecules and medicines capable of changing lipids and lipoproteins' fractions as, for example, fenofibrate²³, nevirapine²⁴, niacin^{25,26}, statin or hormonal therapy²⁷, with different results.

These discrepancies, besides the different methodological circumstances in studies and populations with important basic differences, could be due to, partially, the possible variability and functionality that host different genetic mutations (SNPs, Single-Nucleotide-Polymorphism). Gomez P, et al 2010²⁸, published that different polymorphisms in ApoA1 and ApoA4, meant a different response on LDL-C after an intervention with different diets, relating some disease's phenotypes with the genotype of the patient.

Conclusion

We have proven an important relation between HDL-C and ApoA1. Considering the relevance that HDL-C levels have on cardiovascular health, ApoA1 appears as a clinical marker of interest, related to its correct functionality and concentration. More studies should be undertaken in order to delve into this line of investigation, contributing with more clear evidences.

Acknowledgements

To *Corporación Alimentaria Peñasanta S.A.* for their collaboration in this study. To *Unidad de Análisis Clínicos del Hospital Universitario Clínico San Carlos de Madrid*, and to *Departamento de Medicina, de la Universidad Complutense de Madrid*.

Conflict of interest

There weren't any conflict of interest with none of authors.

References

- Nichols M, Townsend N, Scarborough P, Rayner M (2013) Cardiovascular disease in Europe: epidemiological update. *Eur Heart J* 34 (39):3028-34.
- Instituto Nacional de Estadística (accessed may 2014). Defunciones según la Causa de Muerte. <http://www.ine.es/prensa/np767.pdf>.
- Collins TC, Jones PH (2007) Statin therapy: is the percent reduction or the attained low-density lipoprotein cholesterol level more important? *Curr Atheroscler Rep* 9 (1):10-7.
- Civeira F (2004) International Panel on Management of Familial Hypercholesterolemia. Guidelines for the diagnosis and management of heterozygous familial hypercholesterolemia. *Atherosclerosis* 173(1):55-68.
- Genest J (2003) Lipoprotein disorders and cardiovascular risk. *J Inherit Metab Dis* 26(2-3):267-87.
- National Heart, Lung, and Blood Institute (accessed may 2014). Third Report of the Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). <http://www.nhlbi.nih.gov/guidelines/cholesterol>.
- Badimón J, Santos-Gallego C, Badimón L (2010) Importancia del colesterol HDL en la aterotrombosis. ¿De dónde venimos? ¿Hacia dónde vamos? *Rev Esp Cardiol* 63(2):20-35
- McQueen MJ, Hawken S, Wang X, Ounpuu S, Sniderman A, Probstfield J et al for the INTERHEART study investigators (2008) Lipids, lipoproteins, and apolipoproteins as risk markers of myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): a case-control study. *Lancet* 372: 224-233.
- RADIM diagnostics (accessed june 2014). <http://www.radim.com/UserFiles/File/Metodiche/spagnolo/NPP14.pdf>.
- Pontificia Universidad Católica de Chile (accessed june 2014). <http://escuela.med.puc.cl/paginas/cursos/tercero/integradoter cero/apfisiopsist/nutricion/NutricionPDF/Metabolismo.pdf>.
- Infobioquímica. (accessed may 2014). Interpretación de la Información Bioquímica. <http://www.infobioquimica.com/wrapper/CDInterpretacion/te/bc/088.htm>.
- Sugiuchi H, Uji Y, Okabe H, Irie T, Uekama K, Kayahara N, Miyauchi K (1995) Direct measurement of high-density lipoprotein cholesterol in serum with polyethylene glycol-modified enzymes and sulfated alpha-cyclodextrin. *Clin Chem* 41(5):717-23.
- Bucolo G, David H (1973) Quantitative determination of serum triglycerides by the use of enzymes. *Clin Chem* 19 (5):476-82.
- Allain CC, Poon LS, Chan CS, Richmond W, Fu PC (1974) Enzymatic determination of total serum cholesterol. *Clin Chem* 20(4):470-5.
- Berrogui H, Momo C, Khalil A (2012) Healthy benefits of high-density lipoproteins in preventing cardiovascular diseases. *J Lipid Res* (6); 524-533.
- Collins M, Varady KA, Jones PJ (2007) Modulation of apolipoprotein A1 and B, adiponectin, ghrelin, and growth hormone concentrations by plant sterols and exercise in previously sedentary humans. *Can J Physiol Pharmacol* 85(9): 903-10.

17. Sialvera TE, Pounis GD, Koutelidakis AE, Richter DJ, Yfanti G, Kapsokafalou M et al. (2012) Phytosterols supplementation decreases plasma small and dense LDL levels in metabolic syndrome patients on a westernized type diet. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 22 (10): 843-8.
18. Králová I, Suchánek P, Kovář J, Poledne R (2009). Life Style Change and Reverse Cholesterol Transport in Obese Women *Physiol* 58 (Suppl 1): S33-38.
19. Olson EJ1, Pearce GL, Jones NP, Sprecher DL (2012) Lipid effects of peroxisome proliferator-activated receptor- δ agonist GW501516 in subjects with low high-density lipoprotein cholesterol: characteristics of metabolic syndrome. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 32 (9): 2289-94.
20. Kelley GA, Kelley KS, Roberts S, Haskell W (2011). Efficacy of aerobic exercise and prudent diet for improving selected lipids and lipoproteins in adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Medicine* 9: 74.
21. Virani SS, Catellier DJ, Pompeii LA, Nambi V, Hoogeveen RC, Wasserman BA et al. (2011) Relation of Cholesterol and Lipoprotein Parameters with Carotid Artery Plaque Characteristics: the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Carotid MRI Study. *NIH-PA* 219 (2): 596-602.
22. Berrogui H, Momo C, Khalil A (2012) Health benefits of high-density lipoproteins in preventing cardiovascular diseases. *J Lipid*; 6: 524-533.
23. Taskinen MR, Sullivan DR, Ehnholm C, Whiting M, Zannino D, Simes RJ, Keech AC, Barter PJ. FIELD study investigators (2009) Relationships of HDL cholesterol, ApoA-I, and ApoA-II with homocysteine and creatinine in patients with type 2 diabetes treated with fenofibrate. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 29 (6): 950-5.
24. Franssen R, Sankatsing RR, Hassink E, Hutten B, Ackermans MT, Brinkman K et al. (2009) Nevirapine increases high-density lipoprotein cholesterol concentration by stimulation of apolipoprotein A-I production. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 29 (9): 1336-41.
25. Lamon-Fava S, Diffenderfer MR, Barrett PH, Buchsbaum A, Nyaku M, Horvath KV et al. (2008) Extended-release niacin alters the metabolism of plasma apolipoprotein (Apo) A-I and ApoB-containing lipoproteins. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 28 (9): 1672-8.
26. Pang J, Chan DC, Hamilton SJ, Tenneti VS, Watts GF, Barrett PH (2014) Effect of niacin on high-density lipoprotein apolipoprotein A-I kinetics in statin-treated patients with type 2 diabetes mellitus. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 34 (2):427-32.
27. Cerda A, Issa MH, Genvigir FD, Rohde CB, Cavalli SA, Bertolami MC et al. (2013) Atorvastatin and hormone therapy influence expression of ABCA1, APOA1 and SCARB1 in mononuclear cells from hypercholesterolemic postmenopausal women. *J Steroid Biochem Mol Biol* 138:403-9.
28. Gomez P, Perez-Martinez P, Marin C, Camargo A, Yubero-Serrano EM, Garcia-Rios A et al. (2010) APOA1 and APOA4 gene polymorphisms influence the effects of dietary fat on LDL particle size and oxidation in healthy young adults. *J Nutr* 140 (4): 773-8.



Original/Otros

Adequacy of energy and nutrient intake in patients with heart failure

Karina Sanches Machado d'Almeida^{1,2}, Ingrid Dalira Schweigert Perry³, Nadine Clausell^{1,2,4} and Gabriela Corrêa Souza^{2,3,5}.

¹Federal University of Rio Grande do Sul - Health Sciences Graduate Program - Cardiology and Cardiovascular Sciences. ²Hospital de Clínicas de Porto Alegre - Cardiology Department - Heart Failure Clinic. ³Food and Nutrition Research Center, Hospital de Clínicas de Porto Alegre/Federal University of Rio Grande do Sul. ⁴Federal University of Rio Grande do Sul - School of Medicine - Department of Internal Medicine. ⁵Federal University of Rio Grande do Sul - School of Medicine - Department of Nutrition. Brazil.

Abstract

Background: Nutritional factors have a significant influence on the prognosis of patients with heart failure (HF). **Objective:** The goal of the present study was to assess the food intake of stable patients with HF.

Methods: Patients of both genders aged over 18 years with a confirmed diagnosis of HF were recruited and matched with healthy individuals for age, sex and BMI. Food records and weighing were used to assess participant nutritional intake. DRIs and NCEP-ATP III recommendations were used to evaluate the adequacy of nutritional intake.

Results: Sixty-five percent of the 40 patients in the sample and 48% of the 25 control subjects were men. The mean age in both groups was 54±8 years and mean BMI was categorized as overweight. Carbohydrate, trans fatty acid and sodium intake were higher in the HF group as compared to control subjects ($p=0.006$, $p<0.001$ and $p=0.029$). A positive association was found between a diagnosis of HF and excess carbohydrate intake ($p=0.038$). Patients with HF were found to consume 130% of the recommended dietary allowance for trans fatty acids, and participants in both groups consumed only 50% of the recommended amounts of ω -3 and ω -6 fatty acids. Similar findings were obtained for calcium and potassium. Participants in both groups consumed only 5% of recommended daily vitamin D levels. Mean sodium intake was approximately 200% of the recommended dietary allowance, and was found to be significantly higher among patients in the HF group ($p=0.042$).

Conclusion: The present study demonstrated an inadequate intake of macro- and micronutrients such as sodium, trans fatty acids, ω -3 and ω -6 fatty acids, carbohydrates, calcium, potassium and vitamin D in patients with HF.

(Nutr Hosp. 2015;31:500-507)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7518

Key words: Heart failure. Food intake. Energy intake. Nutrients. Dietary records.

Correspondence: Gabriela Corrêa Souza.
Hospital de Clínicas de Porto Alegre.
Rua Ramiro Barcelos, 2350, Prédio 12, Sala 12201 -
CEP: 90035-903. Porto Alegre - RS, Brazil.
E-mail: gabriela.souza@ufrgs.br

Recibido: 14-IV-2014.
1.ª Revisión: 15-V-2014.
2.ª Revisión: 14-VII-2014.
Aceptado: 18-VIII-2014.

ADECUACIÓN DE ENERGÍA Y LA INGESTA DE NUTRIENTES EN PACIENTES CON INSUFICIENCIA CARDIACA

Resumen

Introducción: Factores nutricionales tienen una influencia significativa en el pronóstico de pacientes con insuficiencia cardíaca (IC). **Objetivos:** Evaluar la ingesta de alimentos de pacientes con IC estable.

Métodos: Pacientes de ambos sexos, mayores de 18 años, con diagnóstico confirmado de IC fueron reclutados y emparejados por edad, sexo y IMC con individuos sanos. La ingesta nutricional fue evaluada mediante el registro alimentario y pesaje de acuerdo con las recomendaciones de las DRIs y NCEP-ATP III para la evaluación de la adecuación de la ingesta nutricional.

Resultados: El 65% de los 40 pacientes con IC y el 48% de los 25 individuos control eran hombres. La edad media en los grupos fue de 54±8 años y los valores del IMC fueron indicativos de sobrepeso. La ingesta de carbohidratos, ácidos grasos trans y sodio fue mayor en el grupo IC que en el grupo control ($p=0.006$, $p<0.001$ y $p=0.029$). Se encontró una asociación positiva entre IC y consumo excesivo de carbohidratos ($p=0.038$). El grupo IC consumió el 130% de los valores diarios recomendados de ácidos grasos trans, y ambos grupos consumieron el 50% de la cantidad recomendada de ácidos grasos ω -3 y ω -6. Resultados similares se obtuvieron para el calcio y el potasio. La ingesta de vitamina D correspondió al 5% los valores recomendados en ambos grupos. La media de los niveles de ingesta de sodio representó aproximadamente el 200% de la cantidad recomendada y fue significativamente mayor entre los pacientes con IC ($p=0.042$).

Conclusiones: El presente estudio demostró un consumo inadecuado de macro y micronutrientes, tales como sodio, ácidos grasos trans, ω -3 y ω -6, carbohidratos, calcio, potasio y vitamina D, en pacientes con IC.

(Nutr Hosp. 2015;31:500-507)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7518

Palabras clave: Insuficiencia cardíaca. Ingesta de alimentos. Ingesta de energía. Nutrientes. Registros dietéticos.

Abbreviations

ADA: American Diabetes Association.
ACEI: Angiotensin converting enzyme inhibitors.
BMI: Body mass index.
CBC: Complete blood count.
CG: Control group.
DRI: Dietary Reference Intakes.
EAR: Estimated average requirement.
FA: Fatty acid.
HF: Heart failure.
NCEP-ATP III: National Cholesterol Education Program-Adult Treatment Panel.
NYHA: New York Heart Association.

Introduction

Heart failure (HF) is a complex clinical syndrome with high prevalence and incidence rates. Its recognition as an important public health concern has expanded greatly over recent years, especially as a result of population aging^{1,2}. Decompensated HF is responsible for one million hospitalizations a year in the United States alone, where its annual cost to the public health system exceeds US\$35 billion³.

Recently efforts to maintain patient stability and reduce hospitalization and mortality rates⁴, have led to an increase in the use of non-pharmacological treatment strategies, such as low-sodium diets and weight control interventions, in cases of HF^{2,5,6}.

The influence of dietary factors in HF has been extensively studied. However, while several dietary guidelines have been developed for patients at risk for HF, in an attempt to decrease hypertension, hyperlipidemia and obesity, few such recommendations are available for patients already diagnosed with HF⁷.

In order to obtain more conclusive data on the role of nutrition in HF, further studies must be performed on the nutrient intake and metabolism, as well as on the nutritional status of patients with HF, especially those in more advanced stages of the disease. The presence of factors such as multiple comorbidities, widely varying pharmacological treatments, diuretic medication, frequent hospitalizations, sodium and fluid retention and alterations in nutritional status result in a need for highly individualized nutritional interventions in cases of HF^{7,8}.

Studies have shown that patients with HF often have inadequate dietary intake^{9,10}. Investigations of macronutrient intake have reported that both the development and the evolution of HF may be associated with lipid intake levels¹¹. Patients with HF have also been found to have higher protein requirements than healthy adults of the same age, and to present with hypoalbuminemia in 20 to 30% of cases¹². The diet of individuals with HF also tends to have a low vitamin and mineral content. Given the role of micronutrients in antioxidant defense and neurohormonal signaling, it is possible that such alterations in their dietary levels may play an important role in the evolution of HF¹³.

Given the importance of nutritional factors for the prognosis of patients with HF, the goal of the present study was to assess the food intake of stable patients recruited from a HF clinic.

Methods

Population

This cross-sectional study was conducted on outpatients recruited from a university hospital in southern Brazil between August 2008 and August 2011. The sample was composed of participants of both genders aged over 18 years, who were diagnosed with HF based on ventricular ejection fractions as assessed by echocardiography using Simpson's method. All patients were categorized as New York Heart Association (NYHA)¹⁴ functional class I to III. Patients with diabetes mellitus, chronic kidney disease, signs of congestion or who had been recently hospitalized (in the previous 3 months) for decompensated HF were excluded from the study.

Participants in the control group (CG) were recruited through media announcements, and matched to patients with HF for age, sex and body mass index (BMI). All experimental procedures were conducted in accordance with the ethical standards for human experimentation established by the Declaration of Helsinki. The present study was also approved by the Research Ethics Committee of the Clinical Hospital of Porto Alegre. All patients were notified of the aims of the study, and provided written informed consent prior to participation.

Anthropometric measurements

Participants were weighed barefoot, wearing minimal clothing, while standing with feet together in the center of a Toledo® 2096PP digital scale with 50 g precision and a maximum capacity of 200kg (São Bernardo do Campo, SP, Brazil). Height was measured using a wall-mounted vertical anthropometer ranging from 600 to 2100 mm (Harpenden, Holtain Limited, UK). Individuals stood barefoot in an orthostatic posture with their backs turned to the instrument, with their feet positioned together, arms down the sides of their bodies, and their gaze at eye-level.

BMI was calculated by dividing patient weights (kg) by the square of their heights (m). Nutritional status was classified based on World Health Organization (WHO) recommendations for BMI values¹⁵.

Nutritional intake

Nutritional intake was assessed by food records and weighing conducted on two non-consecutive

weekdays, as well as one weekend day. Participants were provided with portable Cuori scales (model CUO-840, Max 2000g/d=1g, Cuori Group, Italy) and measuring cups, which they used to weigh and measure the amounts of food and liquid consumed throughout the day. The weighing and measuring procedures were explained and demonstrated to each participant by a nutritionist. On the last day in which nutritional intake was assessed, a 24h urine sample was collected for the assessment of urea, creatinine and sodium levels.

The accuracy of patients' nutritional intake records was confirmed by estimating each individual's protein intake and comparing it with their 24-h nitrogen excretion rates¹⁶ using the following formula: urea (mg) x 0.46 + 4 x 6.25¹⁷. Ninety-five percent confidence intervals of the log-transformed ratio of protein intake to nitrogen excretion were then calculated, and participant nutritional records were compared to these expected values. Only the assessments whose values fell in the expected range were included in the analysis.

The total calorie intake as well as the total amount of macro- and micronutrients consumed by each patient were calculated using the NUTRIBASE Software, Clinical Edition, version 7.18. Nutritional data pertaining to processed foodstuffs reported to have been consumed during the study period were obtained from these products' nutritional composition tables when necessary.

Since specific recommendations for macro and micronutrient intake are not available for individuals with HF, Dietary Reference Intakes (DRIs)¹⁸ were used to assess energy and nutrient intake adequacy, and estimated average requirement (EAR) values were used to calculate patients' micronutrients requirements. Acceptable macronutrient distribution ranges were established, and NCEP-ATP III¹⁹ recommendations were used to evaluate lipid intake.

Demographic and clinical variables

Data regarding age, marital status and gender, as well as disease etiology, current medications and comorbidities, were collected from all participants. Laboratory analyses were performed (CBC, lipid profile, glucose and creatinine levels), and urinary sodium and nitrogen levels were assessed. Blood pressure data were obtained from the electronic records of each patient's last medical appointment prior to study participation.

Statistical analysis

Quantitative variables were presented as mean ± standard deviation or median and interquartile ranges, while categorical variables were expressed as frequencies and percentages. Chi-square tests were used to

Table I
Demographic and clinical characteristics of control participants and patients with HF

	Controls (n=25)	HF (n=40)	P
Clinical variables			
Age (years)	53.96 ± 8.60	54.43 ± 8.73	0.834
Male (n and %)	12 (48%)	26 (65%)	0.176
BMI (kg/m ²)	28.12 ± 5.16	26.70 ± 5.85	0.325
Biochemical results			
Hb (g/dL)	14.09 ± 1.33	13.65 ± 1.42	0.217
Ht (%)	41.64 ± 3.30	40.97 ± 3.60	0.462
Total cholesterol (mg/dL)	192.88 ± 37.14	183.08 ± 48.68	0.392
HDL (mg/dL)	43.72 ± 10.23	45.10 ± 11.63	0.628
Triglycerides (mg/dL)	125.48 ± 53.65	141.25 ± 81.84	0.396
Glucose (n and %)			0.048
<100 (mg/dL)	22 (88%)	24 (60%)	
100 – 125 (mg/dL)	3 (12%)	14 (35%)	
≥ 126 (mg/dL)	0	2 (5%)	
Creatinine (mg/dL)	0.88 ± 0.17	1.17 ± 0.49	0.001
Urinary sodium (mg/24h)	3934.84 ± 1401.87	3646.65 ± 1433.46	0.429

Chi-square tests were used for between-group gender and glucose intolerance comparisons. Student's T-tests were used for all other variables. BMI: body mass index; Hb: hemoglobin; Ht: hematocrit; HDL: high density lipoprotein.

investigate associations between categorical variables, while Student's t tests or Mann-Whitney U tests were used for between-group comparisons of mean and median values, respectively. Results were considered significant at $p < 0.05$.

Nutritional intake values were adjusted for energy intake using the residual method, and intraindividual variability was taken into account²⁰. Statistical analyses were performed using the Statistical Package for the Social Sciences, version 18.0 (SPSS Inc, Chicago, IL).

Table II
Calorie intake and amount of macro and micronutrients consumed by participants in each group

<i>Nutrient</i>	<i>Controls (n=25)</i> <i>Mean ± DP / Median</i> <i>(P25-P75)</i>	<i>HF (n=40)</i> <i>Mean ± DP / Median</i> <i>(P25-P75)</i>	<i>P</i>
Energy (kcal)	2238.52 ± 535.56	1998.56 ± 495.46	0.070
Kcal/kg weight	29.35 ± 6.59	28.71 ± 8.27	0.194
Carbohydrates (g)	283.72 ± 35.8	308.86 ± 34.35	0.006
Fiber (g)	19.72 ± 7.93	22.05 ± 6.63	0.205
Protein (g)	87.70 ± 12.73	83.23 ± 13.74	0.194
Protein (g/kg weight)	1.16 ± 0.23	1.21 ± 0.32	0.521
Lipids (g)	56.44 ± 9.90	51.77 ± 10.31	0.076
Saturated FA (g)	20.32 ± 4.69	18.14 ± 5.29	0.097
Polyunsaturated FA (g)	8.48 ± 1.87	7.73 ± 1.99	0.139
Monounsaturated FA (g)	22.85 ± 3.61	21.14 ± 3.48	0.062
Trans FA (g)	1.45 ± 1.21	2.80 ± 1.56	<0.001
Cholesterol (mg)	245.95 ± 83.64	225.90 ± 70.33	0.303
ω-6 (g)	5.69 ± 1.22	5.56 ± 1.34	0.680
ω-3 (g)	0.54 ± 0.20	0.56 ± 0.19	0.701
ω-6: ω-3 Ratio	11.53 ± 3.66	11.28 ± 6.38	0.857
Phytosterol (mg)	34.19 ± 19.40	43.58 ± 24.57	0.110
Vitamin A (IU)	6069.22 (3495.19 – 8545.16)	4458.46 (3105.14 – 8249.12)	0.467
Vitamin C (mg)	50.19 (34.93 – 115.19)	61.82 (28.19 – 98.39)	0.819
Vitamin D (μg)	0.28 (0 – 0.96)	0.41 (0.19 – 0.92)	0.220
Vitamin B ₆ (mg)	1.59 ± 0.45	1.54 ± 0.29	0.580
Vitamin B ₁₂ (μg)	4.97 (1.93 – 10.29)	4.69 (1.70 – 7.17)	0.535
Folate (μg)	385.78 ± 105.05	409.89 ± 96.55	0.347
Thiamine (mg)	1.43 (1.22 – 1.873)	1.31 (1.00 – 1.68)	0.978
Niacin (mg)	21.44 ± 5.77	20.14 ± 6.41	0.411
Riboflavin (mg)	2.02 (1.47 – 2.80)	1.68 (1.22 – 2.02)	0.165
Selenium (μg)	116.56 ± 24.67	105.56 ± 25.50	0.091
Zinc (mg)	13.39 ± 2.86	12.47 ± 2.42	0.169
Iron (mg)	13.22 ± 1.96	12.75 ± 1.90	0.341
Calcium (mg)	629.29 ± 224.79	567.91 ± 241.39	0.310
Magnesium (mg)	261.70 ± 68.07	270.05 ± 44.29	0.589
Potassium (g)	2.10 (1.80 – 2.55)	2.37 (2.16 – 2.67)	0.210
Sodium (mg)	2628.28 ± 398.75	2943.71 ± 630.61	0.029

Mann Whitney U tests were used for between-group comparisons of Vitamins A, C, D and B12, Thiamine, Riboflavin, and Potassium intake. Student's T-tests were used for all other variables. FA = fatty acid.

Results

Forty patients with HF and 25 healthy controls were included in the study. Sixty-five percent of patients in the HF group and 48% of participants in the control group were men. Both groups had a mean age of 54 ± 8 years, and mean BMI values categorized as overweight. Biochemical test results were similar between groups, save for fasting glucose (91.7 ± 9.7 for the HF group and 98.8 ± 12.8 for control; $p=0.020$) and creatinine ($p=0.001$) levels, both of which were higher in patients with HF (Table I).

Individuals in the HF group had a mean systolic blood pressure of 117 ± 22 mmHg and a mean diastolic pressure of 74 ± 13 mmHg, with a mean ejection fraction of $30 \pm 10\%$ and a serum sodium level of 141 ± 2 mEq/L. Myocardial enlargement was the most frequently reported cause of HF (25%), followed by alcohol and hypertension (20% for both). Most patients were classified as NYHA I (47.5%) and II (35%), and the most commonly reported comorbidity was hypertension (45%). Patients were receiving adequate pharmacological treatment, with 95% taking beta-blockers, 75% receiving angiotensin converting enzyme inhibitors (ACEI) and 82% taking diuretics (furosemide).

Information regarding the nutritional intake of patients in both groups is displayed in Table II. Energy and micronutrient intake was similar between groups. However, higher carbohydrate, trans fatty acids and sodium intake levels were observed in the HF group ($p=0.006$, $p<0.001$ and $p=0.029$, respectively). Carbohydrates, proteins and lipids accounted for $65.5 \pm 17\%$, $18 \pm 6\%$ and $25 \pm 8\%$ of the total nutritional intake in the HF group, and represented $54 \pm 16\%$, $16 \pm 4\%$ and $24 \pm 7\%$ of the total intake in control participants, respectively.

Figure 1 displays the proportions of individuals with adequate, above average or below average macronutrient intake according to DRI definitions. A positive association was found between the presence of HF and excess carbohydrate intake ($p=0.038$).

Data regarding the adequacy of nutrient intake are displayed in table III. Trans fatty acid intake differed

significantly between groups. Additionally, participants in both groups only consumed approximately 50% of the recommended amounts of ω -3 and ω -6 fatty acids. Similar results were obtained for calcium and potassium intake. Individuals in both groups were found to consume only 5% of daily recommended vitamin D requirements. Although sodium intake levels differed significantly between groups, with individuals with HF consuming significantly higher amounts of this nutrient than control participants, both groups consumed approximately 200% of the daily recommended sodium intake.

Discussion

The present results suggested that, although the diets of individuals with and without HF may be similar in their energy content, they differ significantly in their macronutrient composition. Patients with HF, for instance, appeared to consume a significantly greater amount of carbohydrates than control participants. Although little evidence is available on the role of carbohydrates in HF, reduced glucose tolerance has been considered a risk factor for cardiovascular disease²¹, and has been investigated in several studies of patients with HF. Hyperglycemia may contribute to the development of atherosclerosis through alterations in cellular redox state which lead to greater oxidative stress¹¹. In the present study, 35% of patients in the HF group were at increased risk for diabetes according to ADA criteria²².

Individuals with HF were found to consume a higher amount of trans fatty acids than control participants, and neither group met the dietary requirements for ω -3 and ω -6 fatty acids. NCEP-ATP III criteria¹⁹ only specify that saturated and trans fatty acid intake should be as low as possible, so that the levels of saturated, mono- and polyunsaturated fatty acid intake which would still be considered adequate for patients with HF is still unknown²³. On the other hand, experimental and clinical studies have made it increasingly clear that individuals who obtain approximately 0.4%

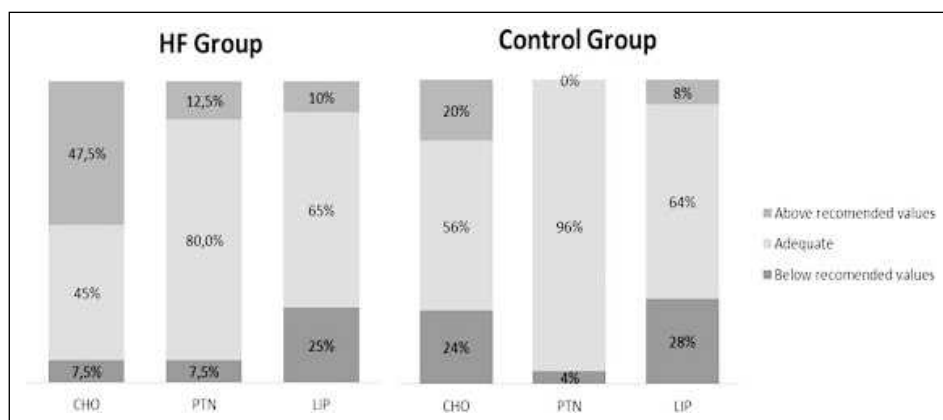


Fig. 1.—Percent adequacy of macronutrient intake according to DRI recommendations. CHO - carbohydrate; PTN - protein; LIP - lipids.

Table III
Percent adequacy of nutrient intake by group

Nutrient	Controls (n=25)	HF (n=40)	P
	Mean ± DP / Median (P25-P75)*	Mean ± DP / Median (P25-P75)*	
Fiber	66.54 (48.09 – 101.53)	69.37 (59.85 – 97.66)	0.483
Saturated FA	122.67 ± 37.56	125.22 ± 48.06	0.822
Trans FA	64.49 ± 57.10	129.81 ± 71.06	<0.001
Cholesterol	114.60 (100.77 – 141.04)	109.52 (93.06 – 132.19)	0.458
ω-6	49.11 ± 18.02	52.55 ± 15.15	0.411
ω-3	38.58 ± 16.87	43.92 ± 15.24	0.191
Vitamin A	291.32 (177.74 – 461.37)	240.15 (149.05 – 397.34)	0.434
Vitamin C	66.92 (47.47 – 179.37)	87.29 (46.98 – 148.89)	0.696
Vitamin D	4.47 (0.04 – 9.64)	4.56 (1.88 – 12.68)	0.220
Vitamin B ₆	126.08 ± 35.06	119.95 ± 23.84	0.404
Vitamin B ₁₂	248.37 (96.27 – 514.71)	234.42 (85.11 – 358.32)	0.535
Folate	120.56 ± 32.83	128.09 ± 30.17	0.347
Thiamine	142.85 (120.36 – 166.83)	143.41 (118.44 – 170.31)	0.819
Niacin	178.69 ± 48.09	167.82 ± 53.44	0.411
Riboflavin	184.74 (152.52 – 249.34)	168.55 (138.97 – 204.89)	0.087
Selenium	255.57 (255.74 – 294.48)	230.70 (209.92 – 266.23)	0.080
Zinc	170.51 ± 46.07	150.30 ± 36.39	0.054
Iron	225.20 ± 39.37	217.81 ± 42.77	0.488
Calcium	51.72 (42.47 – 70.00)	46.79 (34.03 – 61.40)	0.220
Magnesium	82.99 (66.50 – 100.85)	84.84 (74.12 – 90.70)	0.840
Potassium	44.20 (38.30 – 54.17)	50.44 (45.96 – 56.90)	0.210
Sodium	202.74 (163.97 – 221.18)	215.31 (187.74 – 243.99)	0.042

Mann Whitney U tests were used for between-group comparisons of Fiber, Cholesterol, Vitamins A, C, D and B12, Thiamine, Riboflavin, Selenium, Calcium, Magnesium, Potassium and Sodium intake. Student's T-tests were used for all other variables.
FA= Fatty acid

* Data are expressed as Mean ± SD or Median (P25-P75) of percent adequacy of nutrient intake according to DRIs¹⁸ and/or NCEP-ATP III¹⁹.

to 2% of their daily energy intake from ω-3 display alterations in the phospholipid composition of heart membranes which lead to decreased inflammation and enhanced resistance to mitochondrial permeability transition, decreasing the likelihood or delaying the progression of HF^{23,24}.

Mineral intake values were below the recommended amounts for participants in both groups. Patients with HF are at a greater risk of nutritional status deterioration due to changes in food intake patterns caused by early satiety, nausea and dyspnea, as well as alterations in nutrient absorption and metabolism^{13,25}.

In the present study, patients with HF were found to consume only 5% of the recommended daily amount of vitamin D. Studies have reported that vitamin D deficiencies are common in patients with HF^{26,27}, and may be associated with the physiopa-

thology of the condition through alterations in the renin-angiotensin-aldosterone system which result in hypertension, ventricular hypertrophy, impaired endothelial function and inflammation^{26,28}. Additionally, vitamin D deficiency has been identified as an independent mortality factor for patients with HF²⁹. Calcium intake was also below recommended values in the present sample. Such results have been previously reported in other samples of patients with HF, in whom calcium deficiencies have also been found to be associated with arrhythmia. Calcium absorption can be negatively affected by vitamin D deficiency and by the use of diuretics, which lead to increased urinary calcium excretion^{8,30}.

Participants were also found to consume only 50% of the daily recommended potassium intake. Although there are no dietary recommendations for potassium

intake in patients with HF, hypokalemia is common in these individuals, especially due to the use of diuretics and their elevated aldosterone levels³¹. Additionally, mortality rates have been found to be especially high in patients with serum potassium levels below 4 mmol/L³².

Sodium intake was higher than recommended in both groups, although it was found to be significantly higher for individuals with HF. Daily sodium intake was above the recommended upper limit (2.3g) for 85% of patients with HF and 76% of controls. Current guidelines for patients with HF^{1,2} recommend a daily intake of approximately 1.5 to 3g/day depending on patient symptomatology. However, in the present study, 37.5% of patients with HF were found to consume over 3g of sodium a day.

Sodium restrictions are an important component of nutritional interventions for the treatment of HF, although there is still no consensus as to the extent to which sodium intake should be restricted, and as to whether it is possible to establish sodium intake recommendations that apply to all patients with HF³³, since the neurohormonal activation caused by an overly-restrictive diet^{34,35} may at times be more harmful than the symptom aggravation and liquid retention observed when sodium intake is excessive^{36,37}.

The present results should be interpreted in light of a few limitations. DRIs were originally developed for healthy populations and may not reflect the nutritional needs of patients with HF, which are often influenced by the condition itself as well as its treatment¹¹. Therefore, the present study may have underestimated the nutritional deficit observed in these individuals. Due to the small sample size, it was also impossible to stratify data into smaller categories to allow for more detailed analyses. The fact that participants consisted of patients from a HF clinic who were stable at the time of testing and were receiving comprehensive treatment from a multidisciplinary team may have also decreased the generalizability of the present results to other populations with HF. Lastly, the dosages of the diuretics used by patients in the present sample was not assessed.

In conclusion, the present study found that patients with HF tend to have inadequate macro and micro-nutrient intakes. These findings underscore the importance of nutritional interventions in patients with HF, especially the modification of eating habits for the control of nutritional deficiencies. The present results also call for further studies of the nutritional efficacy of existing interventions, so as to identify the possible need for the development of more appropriate nutritional treatments.

Acknowledgements

The authors would like to thank the Research Incentive Fund of the Hospital de Clínicas de Porto Alegre

- Porto Alegre, Brazil, for their financial support to this research.

References

1. McMurray JJ, Adamopoulos S, Anker SD, et al. ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012. *Eur J Heart Fail.* 2012; 14(8):803-869.
2. Yancy CW, Jessup M, Bozkurt B, et al. 2013 ACCF/AHA Guideline for the Management of Heart Failure: A Report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol.* 2013; 62(16):e147-e239.
3. Chaudhry SI, McAvay G, Chen S, et al. Risk factors for hospital admission among older persons with newly diagnosed heart failure: Findings From the Cardiovascular Health Study. *J Am Coll Cardiol.* 2013; 61(6):635-642.
4. van der Wal MH, van Veldhuisen DJ, Veeger NJ, Rutten FH, Jaarsma T. Compliance with non-pharmacological recommendations and outcome in heart failure patients. *Eur Heart J.* 2010; 31(12):1486-1493.
5. Lindenfeld J, Albert NM, Boehmer JP, et al. HFSA 2010 Comprehensive Heart Failure Practice Guideline. Section 6: Nonpharmacological management and health care maintenance in patients with chronic heart failure. *J Cardiac Fail.* 2010; 16(6):61-72.
6. Dickstein K, Cohen-Solal A, Filippatos G, et al. ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2008. *Eur J Heart Fail.* 2008; 10(10):933-989.
7. Ershow AG, Costello RB. Dietary guidance in heart failure: a perspective on needs for prevention and management. *Heart Fail Rev.* 2006; 11(1):7-12.
8. Payne-Emerson H, Lennie TA. Nutritional considerations in heart failure. *Nurs Clin North Am.* 2008; 43(1):117-132.
9. Lemon SC, Olencki B, Magner R, et al. Dietary Quality of Persons with Heart Failure in NHANES 1999-2006. *J Gen Intern Med.* 2010; 25(2):135-140.
10. Arcand J, Floras V, Ahmed M, et al. Nutritional Inadequacies in Patients with Stable Heart Failure. *J Am Diet Assoc.* 2009; 109(11):1909-1913.
11. Trippel TD, Anker SD, von Haehling S. The Role of Micronutrients and Macronutrients in Patients Hospitalized for Heart Failure. *Heart Fail Clin.* 2013; 9(3):345-357.
12. Kalantar-Zadeh K, Anker SD, Horwich TB, Fonarow GC. Nutritional and anti-inflammatory interventions in chronic heart failure. *Am J Cardiol* 2008; 101(11A): 89E-103E.
13. McKeag NA, McKinley MC, Woodside JV, Harbinson MT, McKeown PP. The role of micronutrients in heart failure. *J Acad Nutr Diet.* 2012; 112(6):870-886.
14. The Criteria Committee of the New York Heart Association. Nomenclature and Criteria for Diagnosis of Diseases of the Heart and Great Vessels, 9th edition. Boston, MA: Little, Brown & Co, 1994; 253-6.
15. WHO. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation. WHO Technical Report Series 894. Geneva: World Health Organization, 2000.
16. Bingham SA, Cummings JH. Urine nitrogen as an independent validity measure of dietary intake: A study of nitrogen balance in individuals consuming their normal diet. *Am J Clin Nutr* 1985; 42(6): 1276-1289.
17. Maroni BJ, Steinman TI, Mitch WE. A method for estimating nitrogen intake of patients with chronic renal failure. *Kidney Int* 1985; 27(1): 58-65.
18. Otten JJ, Hellwig JP, Meyers LD. Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements. 2006.
19. Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation.* 2002; 106(25):3143-3421.
20. Willett W, Stampfer M. Total energy intake: implications for epidemiologic analyses. *Am J Epidemiol.* 1986; 124(1):17-27.

21. Aroor AR, Mandavia CH, Sowers JR. Insulin resistance and heart failure: molecular mechanisms. *Heart Fail Clin* 2012; 8(4):609–617.
22. American Diabetes Association. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*. 2012; 35(suppl1): s64-s71.
23. Stanley WC, Dabkowski ER, Ribeiro RF, O'Connell KA. Dietary fat and heart failure: moving from lipotoxicity to lipoprotection. *Circ Res*. 2012; 110(5):764–776.
24. Lee JH, Jarreau T, Prasad A, Lavie C, O'Keefe J, Ventura H. Nutritional assessment in heart failure patients. *Congest Heart Fail*. 2011; 17(4):199-203.
25. Lennie TA, Moser DK, Heo S, Chung ML, Zambroski CH. Factors influencing food intake in patients with heart failure: A comparison with healthy elders. *J Cardiovasc Nurs*. 2006; 21:123-129.
26. Zittermann A, Schleithoff SS, Tenderich G, Berthold HK, Körfel R, Stehle P. Low vitamin D status: a contributing factor in the pathogenesis of congestive heart failure? *J Am Coll Cardiol*. 2003; 41(1):105–112.
27. Pilz S, März W, Wellnitz B, et al. Association of vitamin D deficiency with heart failure and sudden cardiac death in a large cross-sectional study of patients referred for coronary angiography. *J Clin Endocrinol Metab*. 2008; 93(10):3927–3935.
28. Schleithoff SS, Zittermann A, Tenderich G, Berthold HK, Stehle P, Koerfer R. Vitamin D supplementation improves cytokine profiles in patients with congestive heart failure: a double-blind, randomized, placebo controlled trial. *Am J Clin Nutr*. 2006; 83(4):754–759.
29. Gotsman I, Shauer A, Zwas DR, et al. Vitamin D deficiency is a predictor of reduced survival in patients with heart failure; vitamin D supplementation improves outcome. *Eur J Heart Fail*. 2012;14: 357-366.
30. Soukoulis V, DiHu JB, Sole M, et al. Micronutrient deficiencies an unmet need in heart failure. *J Am Coll Cardiol*. 2009; 54(18): 1660-1673.
31. Dursun I, Sahin M. Difficulties in maintaining potassium homeostasis in patients with heart failure. *Clin Cardiol*. 2006; 29(9):388-392.
32. Ahmed A, Zannad F, Love TE, et al. A propensity-matched study of the association of low serum potassium levels and mortality in chronic heart failure. *Eur Heart J*. 2007; 28(11): 1334-1343.
33. Beich KR, Yancy C. The Heart Failure and Sodium Restriction Controversy: Challenging Conventional Practice. *Nutr Clin Pract*. 2008; 23(5):477-486.
34. Paterna S, Gaspare P, Fasullo S, Sarullo FM, Di Pasquale P. Normal-sodium diet compared with low-sodium diet in compensated congestive heart failure: is sodium an old enemy or a new friend? *Clin Sci*. 2008; 114(3):221-230.
35. Parrinello G, Di Pasquale P, Licata G, et al. Long-term effects of dietary sodium intake on cytokines and neurohormonal activation in patients with recently compensated congestive heart failure. *J Card Fail*. 2009; 15(10):864-873.
36. Gupta D, Georgiopolou VV, Kalogeropoulos AP, et al. Dietary sodium intake in heart failure. *Circulation*. 2012; 126(4):479-485.
37. Arcand J, Ivanov J, Sasson A, et al. A high-sodium diet is associated with acute decompensated heart failure in ambulatory heart failure patients: a prospective follow-up study. *Am J Clin Nutr*. 2011; 93(2):332-337.



Original/Otros

Predictors of hyperlipidemia during the first half of pregnancy in Mexican women

Adriana Garduño-Alanís¹, Gilberto Vázquez-de Anda², Roxana Valdés-Ramos³, Juan O. Talavera⁴, Javier E. Herrera-Villalobos¹, Gerardo G. Huitrón-Bravo² and Eduardo Hernández-Garduño¹

¹Unidad de Investigación, Hospital Materno Perinatal "Mónica Pretelini Sáenz", Instituto de Salud del Estado de México (ISEM). Estado de México. México. ²Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex). Estado de México. México. ³Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Ciencias de la Salud. Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de México. Estado de México. México. ⁴Centro de Investigación en Ciencias Médicas de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex). Estado de México. México.

Abstract

Objective: To determine the predictors of hypercholesterolemia and of hypertriglyceridemia during the first half of pregnancy in Mexican women.

Methods: Cross-sectional comparative study of pregnant women with less than 21 weeks of gestational age. **Measurements:** Demographic information, obstetric history, prepregnancy body mass index, cholesterol and triglycerides. Cross tabulations and multiple logistic regression were used for statistical analysis.

Results: 230 participants; 61 women with normal prepregnancy body mass index, 108 with overweight, and 61 with obesity. Dyslipidemia was defined as elevated cholesterol (>180 mg/dL) or triglycerides (>170 mg/dL). After adjusting by potential confounders, independent predictors of hypercholesterolemia included being overweight (OR=2.8, 95% CI 1.4-5.9), being obese (OR=3.7 95% CI 1.6-8.4) or being on the second trimester of pregnancy. The same predictors were found for hypertriglyceridemia, respectively OR=2.8, 95% CI 1.4-5.6, OR=2.9, 95% CI 1.3-6.5, OR=2.6, 95% CI 1.4-4.7.

Conclusion: Mexican women with prepregnancy overweight or obesity have greater risk of suffering hypercholesterolemia and hypertriglyceridemia during pregnancy. Women in the second trimester had higher levels of both lipids as compared to the first one. This is the first Mexican study that confirms the increase of lipids as gestational age progresses.

(Nutr Hosp. 2015;31:508-513)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7608

Key words: *Cholesterol. Triglycerides. Pregnancy. Overweight. Obesity.*

Correspondence: Garduño-Alanís Adriana PhD.
Unidad de Investigación. Hospital Materno Perinatal
"Mónica Pretelini Sáenz" Paseo Tollocan s/n, Col. Universidad,
C.P.50130. Toluca, Estado de México, México.
E-mail: adrisgamx@hotmail.com

Recibido: 19-V-2014.
Aceptado: 18-X-2014.

PREDICTORES DE HIPERLIPIDEMIA DURANTE LA PRIMERA MITAD DEL EMBARAZO EN MUJERES MEXICANAS

Resumen

Objetivo: Determinar los predictores de hipercolesterolemia y de hipertrigliceridemia durante la primera mitad del embarazo en mujeres Mexicanas.

Métodos: Estudio transversal comparativo de mujeres embarazadas con menos de 21 semanas de edad gestacional. **Mediciones:** información demográfica, historia obstétrica, índice de masa corporal pregestacional, niveles sanguíneos de colesterol y triglicéridos. Se usaron tabulaciones cruzadas y regresión logística múltiple en el análisis estadístico.

Resultados: 230 participantes; 61 mujeres con índice de masa corporal pregestacional normal, 108 con sobrepeso, y 61 con obesidad. Dislipidemia se definió como elevación de colesterol (>180 mg/dL) ó triglicéridos (>170 mg/dL). Después de ajustar con potenciales variables de confusión, los predictores independientes de hipercolesterolemia incluyeron sobrepeso (OR=2.8, 95% CI 1.4-5.9), obesidad (OR=3.7 95% CI 1.6-8.4) o estar en el segundo trimestre del embarazo. Los mismos predictores se encontraron para hipertrigliceridemia, respectivamente: OR=2.8, 95% CI 1.4-5.6, OR=2.9, 95% CI 1.3-6.5, OR=2.6, 95% CI 1.4-4.7.

Conclusión: Mujeres Mexicanas con sobrepeso u obesidad pregestacional tienen mayor riesgo de presentar hipercolesterolemia e hipertrigliceridemia durante el embarazo. Mujeres en el segundo trimestre tuvieron niveles más altos de ambos lípidos comparando con el primer trimestre. Este es el primer estudio Mexicano que confirma el incremento de lípidos conforme la edad gestacional progresa.

(Nutr Hosp. 2015;31:508-513)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.7608

Palabras clave: *Colesterol. Triglicéridos. Embarazo. Sobrepeso. Obesidad.*

Abbreviations

LGA: Large for gestational age.
PTB: Preterm birth.
PIH: Pregnancy-induced hypertension.
PBMI: Prepregnancy body mass index.

Introduction

During normal pregnancy women show an increase in levels of cholesterol and triglycerides as gestational age progresses¹⁻⁴. Both lipids are essential for fetal development during pregnancy but high levels of cholesterol and/or triglycerides have been associated with poor health outcomes in the mother and baby including large for gestational age (LGA)^{5,6} preeclampsia⁷ preterm birth (PTB)⁸ and pregnancy-induced hypertension (PIH)⁹. Lipid profile studies during the first half of pregnancy have been documented².

A recent Dutch study of pregnant women during early gestation showed that an increase in triglycerides was linearly associated with an increased risk of PIH, preeclampsia, LGA and induced preterm delivery. Total cholesterol was not associated with any of the outcome measures¹⁰. Evidence has also shown that exposure of the baby to mother's dyslipidemia has been associated with cardiovascular diseases in adulthood¹¹⁻¹³.

It has been documented that lipids increase during the second half of pregnancy and obesity favors the increase. However the role of initial weight at the beginning of pregnancy and whether it is a promoter of a substantial increase of lipids or whether there is an independent or an additive effect between mother's weight and gestational age is not well defined. There are no previous studies analyzing levels of cholesterol and triglycerides in Mexican women in early pregnancy.

Objective

In this study we determined the predictors of high cholesterol and triglycerides in the first half of pregnancy in Mexican women.

Materials and methods

In this prospective cross-sectional study, all participants were seen from August 2009 to May 2010 at the Women's and Children tertiary care hospital "Monica Pretelini Sáenz" located in Toluca in the State of Mexico. This 180 bed-hospital services women and their children with obstetric, gynecological or pediatric disorders. Patients are referred from regional primary care clinics and hospitals under the jurisdiction of the Ministry of Health in the State of Mexico.

Pregnant women who met the inclusion criteria were invited to participate in this cross-sectional study during

their prenatal visits with the obstetric care provider. Inclusion criteria included age 18 to 35 years, being at less than 21 weeks gestation, having a single pregnancy and prepregnancy body mass index (PBMI) higher than 18.5. Women with chronic diseases like diabetes, hypertension, those with multiple pregnancies or women taking lipid altering medication (e.g. Statins, Niacin, Bile-acid resins, Fibric acid derivatives, sleep medication drugs, antiepileptic, antidepressants, thyroid hormones, steroids, insulin etc) were excluded. Women meeting inclusion criteria accepted to participate by signing consent. Case report forms included the following information: identification number, name, age, phone number, date of recruitment, level of education, occupation, prepregnancy weight and height and gestational age calculated from the last menstrual period. The PBMI was defined as the women's weight in kilograms divided by the square of their height in meters. Women were allocated to three groups according to their PBMI, based on the classification proposed by the Institute of Medicine (US)¹⁴: Group "normal weight" included 61 women with PBMI of 18.6-24.9, group "overweight" included 108 women (PBMI of 25.0-29.9) and group "obesity" included 61 women (PBMI of 30.0 or higher). A 12 hour fasting blood sample for cholesterol and triglycerides analysis was collected and gestational age was calculated at the time of entry into the study after women signed the consent form. Samples were processed at the Pretelini hospital using SIEMENS Dimension® Clinical Chemistry System. Dyslipidemia was defined as elevated cholesterol (>180 mg/dL) or triglycerides (>170 mg/dL). These concentrations were at quantile 3 or about >1 standard deviation above the mean value in the group with normal weight and were similar to the criteria used to define dyslipidemia in nonpregnant adults¹⁵.

Predictors of hyperlipidemia were determined using the mean values of women with normal weight as the cutoff points for high cholesterol (>159.5 mg/dL) and high triglycerides (>145.5 mg/dL). The statistical analysis was done by using SPSS. Descriptive statistics, including cross-tabulations of demographic and clinical characteristics by group and by level of lipids were computed. The χ^2 test, Fisher's exact or T-test when applicable, were used in a univariable analysis to assess for any in between-groups differences. Statistical significant variables ($p \leq 0.05$) were then included in multivariable logistic regression models using the backward elimination procedure, a p-value of 0.2 was set in order for variables to be included in the final models. Cholesterol levels of >180 vs. <180 mg/dL or triglycerides >170 vs. <170 mg/dL were the dependent variables. Multivariable models were constructed separately for cholesterol and triglycerides. The study received Institutional Review Board approval.

Results

The mean age of the women (n=230) was 25.3 (SD 5.2), 79% completed at least elementary school, 90.4%

were housewives, 34.8% were in the second trimester, 39.1% were nulliparous and 73.5% were overweight or obese. The overall mean level of cholesterol was 175.5 mg/dL (SD 37.3) and of triglycerides was 167.0 mg/dL (SD 55.2). Both lipids were positively correlated with each other (r^2 0.41) and with gestational age (cholesterol vs. gestational age $r^2=0.24$, triglycerides vs gestational age $r^2=0.24$). Univariable analysis showed that compared to overweight and obese women, those with normal weight were more likely to be younger, more educated, had less parity and had lower levels of cholesterol and triglycerides ($p<0.05$), table I. Women in the second trimester were more likely to have higher levels of cholesterol compared to women in the first trimester (77.1% vs 22.9% respectively, $p=0.001$) the same

trend was found for triglycerides (respectively 77.8% vs 22.2%, $p=0.0005$), table II. In women with normal weight, the levels of cholesterol were statistically higher in the second trimester compared to the first but those of triglycerides were similar in both periods (data not shown). There was no statistically significant difference for all other variables with regard to levels of both lipids, table II. After controlling by age, level of education, gravidity and occupation, the multivariable logistic regression analysis showed that being overweight (OR=2.8, 95% CI 1.4-5.9), being obese (OR=3.7 95% CI 1.6-8.4) or being in the second trimester of pregnancy were independently associated with hypercholesterolemia. The same predictors were found for hypertriglyceridemia (being overweight OR=2.8, 95% CI 1.4-5.6,

Table I
Characteristics of pregnant women by group

	<i>Normal weight</i>		<i>Overweight</i>		<i>Obesity</i>		<i>Total</i>	
	<i>n=61</i>	<i>%</i>	<i>n=108</i>	<i>%</i>	<i>n=61</i>	<i>%</i>	<i>n=230</i>	<i>%</i>
Age (years)								
Mean (SD)	23.1 (4.8)		25.6 (5.3)		27 (4.5)		25.3 (5.2)	
18 to 24	42*	68.9	50	46.3	21**	34.4	113	49.1
25 to 35	19	31.1	58	53.7	40	65.6	117	50.9
Level of education								
Elementary	2*	3.3	28	25.9	18**	29.5	48	20.9
at least high school	59	96.7	80	74.1	43	70.5	182	79.1
Occupation								
Housewife	53	86.9	96	88.9	59	96.7	208	90.4
other	8	13.1	12	11.1	2	3.3	22	9.6
Duration of pregnancy								
first trimester	27	44.3	34	31.5	19	31.1	80	34.8
second trimester	34	55.7	74	68.5	42	68.9	150	65.2
Gravidity								
one	35*	57.4	41***	38.0	14**	23.0	90	39.1
at least 2	26	42.6	67	62.0	47	77.0	140	60.9
Cholesterol								
mean (SD)	159.5 (30.7)*		182.8 (41.2)		178.6 (31.6)**		175.5 (37.3)	
≤180 mg/dL	46*	75.4	58	53.7	30**	49.2	134	58.3
>180 mg/dL	15	24.6	50	46.3	31	50.8	96	41.7
Triglycerides								
mean (SD)	145.5 (44.2)*		173.8 (55.4)		176.8 (59.7)**		167.0 (55.2)	
≤170 mg/dL	46	75.4	55	50.9	30**	49.2	131	57.0
>170 mg/dL	15	24.6	53	49.1	31	50.8	99	43.0

Numbers are n= and column percentage unless otherwise specified.

SD = standard deviation mg/dL = miligrams per decileter blood.

p-value of ≤0.05 by Chi-square, Fisher's exact test or T-test between groups with normal weight and overweight*, between normal weight and obesity** and between overweight and obesity***.

Table II
Characteristics of pregnant women by level of lipids

	Cholesterol level (mg/dL)			p-value	Triglycerides level (mg/dL)			p-value	Total	
	≤180 n=134	>180 n=96	%		≤180 n=134	>180 n=96	%		n=230	%
Age (years)										
18 to 24	64	49	51.0	0.62	69	44	44.4	0.21	113	49.1
25 to 35	70	47	49.0		62	55	55.6		117	50.9
Level of education										
Elementary	30	18	18.8	0.50	22	26	26.3	0.08	48	20.9
at least high school	104	78	81.3		109	73	73.7		182	79.1
Occupation										
Housewife	124	84	87.5	0.20	116	92	92.9	0.26	208	90.4
other	10	12	12.5		15	7	7.1		22	9.6
Duration of pregnancy										
first trimester	58	22	22.9	0.001	58	22	22.2	0.001	80	34.8
second trimester	76	74	77.1		73	77	77.8		150	65.2
Gravidity										
One	57	33	34.4	0.21	57	33	33.3	0.11	90	39.1
at least 2	77	63	65.6		74	66	66.7		140	60.9

Numbers are n = and column percentage.

Table III
Multivariable analysis showing associated factors of high cholesterol and triglycerides at two different cut-offs*

	Cholesterol >159.5			Cholesterol >180			Triglycerides >145.5			Triglycerides >170		
	OR***	95% CI	p-value	OR	95% CI	p-value	OR	95% CI	p-value	OR	95% CI	p-value
Elementary school	—	—	—	0.6	0.3	1.2	0.134	—	—	—	—	—
Housewife	0.4	0.1	0.154	0.5	0.2	1.3	0.160	—	—	—	—	—
Gravidity >1	—	—	—	—	—	—	—	1.6	0.9	2.8	0.095	—
Overweight	—	—	—	2.8	1.4	5.9	0.005	1.6	0.9	2.9	0.091	2.8
Obesity	2.4	1.2	0.016	3.7	1.6	8.4	0.002	—	—	—	—	2.9
Second trimester	1.7	0.9	0.115	2.4	1.3	4.3	0.005	2.4	1.4	4.3	0.002	2.6

*by multiple logistic regression models using the backward elimination procedure. A p-value of 0.2 was set in order for variables to be included in the final model. After controlling by age, level of education, occupation and gravidity.

values of cholesterol and triglycerides are in mg/dL. *OR odds ratio. CI confidence interval.

obesity OR=2.9, 95% CI 1.3-6.5 or being in the second trimester of pregnancy OR=2.6, 95% CI 1.4-4.7), table III. Interaction terms for overweight*second trimester or for obesity*second trimester were not statistically significant (P values for interaction ranged from 0.50–0.86, data not shown). Using the mean values of pregnant women with normal weight as the cut-off point for hyperlipidemia, the only predictor of hypercholesterolemia was obesity (OR=2.4, 95% CI 1.2-4.9) and for hypertriglyceridemia was being in the second trimester (OR=2.4, 95% CI 1.4-4.3).

Discussion

This first study in Mexican Hispanic women adds to the evidence in showing progressive increase in the levels of lipids during pregnancy. In this study we found that being overweight or obese were independent risk factors associated with hypercholesterolemia or hypertriglyceridemia in the first half of pregnancy. The levels of both lipids were higher during the second as compared to the first trimester of pregnancy and this effect was independent of being overweight or obese. Lowering the cut-off point to the mean levels of lipids in women with normal weight showed that the only predictor of high cholesterol was obesity and for high triglycerides was being in the second trimester. This may indicate that the progressive increase in triglycerides starts at lower levels during the second trimester as compared to cholesterol. A recent study found that increase of triglycerides (but not cholesterol) was linearly associated with an increased risk of pregnancy-induced hypertension (PIH), preeclampsia, large for gestational age (LGA) and preterm delivery¹⁰. In our study, overweight or obese Mexican women will have an increased risk of respectively 180% and 270% for having hypercholesterolemia as compared to women of normal weight. The risk for hypertriglyceridemia increased 180% in overweight and 190% obese women. Overweight and obesity are known risk factors for pregnancy related hypertension with respect, as well as irrespectively, to hyperlipidemia. Women in the second trimester of pregnancy had an increased risk of hypercholesterolemia of 140% and of hypertriglyceridemia of 160% as compared to those in the first trimester. A study from Malaysia also found progressive increase in lipids with higher levels of lipids in the third trimester as compared to the second trimester¹⁶. This confirms that levels of lipids are positively correlated with gestational age. Further research is needed to determine whether high levels of lipids in Mexican women with normal weight are associated with increased perinatal morbidity and/or mortality of mother and child and to determine whether degree of increase in lipids varies in Mexican Hispanic women as compared to other ethnic groups. The fact that the progressive increase in lipids during pregnancy is independent of PBMI underscores the importance of a low lipid diet in overweight/obese women as high levels

of cholesterol and/or triglycerides have been associated with (LGA)^{5,6} preeclampsia⁷ preterm birth (PTB)⁸ and (PIH)⁹. Furthermore, overweight and obesity increase the risk of complications during pregnancy^{17,18} including congenital malformations, preeclampsia, venous thromboembolism, fetal death, miscarriage, diabetes mellitus gestational, higher rates of caesarean delivery, longer hospitalization stay, risk of infections and the presence of fatty streaks in the fetus among others^{12,19,20}. Children of obese or diabetic women are at risk for developing metabolic syndrome due to the presence of dyslipidemia or hyperglycaemia in the mother with consequences to their child's development underscoring the need for adequate medical and nutritional management²⁰⁻²³.

Appropriate nutrition has been shown to reduce the risk of developing pregnancy-related diseases²⁴.

Limitations of the study include selection bias introduced because the prepregnancy lipid levels of all women were unknown. Some women with high levels of lipids may have had high cholesterol or triglycerides before pregnancy and therefore the hyperlipidemia would not be related to pregnancy. Follow up was not possible for all women therefore the rates of mother and child morbidity-mortality among the groups is not fully known which is another limitation of our study. In conclusion, overweight or obese Mexican women are predictors of hyperlipidemia and the levels of lipids progressively increase with gestational age. Counseling on the importance of pre-pregnancy BMI control prior to pregnancy and appropriate weight control during pregnancy are important efforts that would affect the levels of lipids during pregnancy. Monitoring lipids and weight control during pregnancy with adequate diet counseling is recommended to prevent hyperlipidemia related poor outcomes in mother and child.

Acknowledgment

We thank Dr. Luis María de Regil Vélez for providing input throughout the planning and performance of the study.

References

- Ogura K, Miyatake T, Fukui O, Nakamura T, Kameda T, Yoshino G. Low-density lipoprotein particle diameter in normal pregnancy and preeclampsia. *J Atheroscler Thromb* 2002; 9(1):42-7.
- Brizzi P, Tonolo G, Esposito F, Puddu L, Dessole S, Maioli M, et al. Lipoprotein metabolism during normal pregnancy. 11999;181(2):430-4.
- Mazurkiewicz JC, Watts GF, Warburton FG, Slavin BM, Lowy C, Koukkou E. Serum lipids, lipoproteins and apolipoproteins in pregnant non-diabetic patients. *J Clin Pathol* 1994; 47(8):728-31.
- Sattar N, Greer IA, Loudon J, Lindsay G, McConnell M, Shepherd J, et al. Lipoprotein subfraction changes in normal pregnancy: threshold effect of plasma triglyceride on appearance of small, dense low density lipoprotein. *J Clin Endocrinol Metab* 1997;82(8): 2483-91.
- Di Cianni G, Miccoli R, Volpe L, Lencioni C, Ghio A, Giovannitti MG, et al. Maternal triglyceride levels and newborn weight in pregnant women with normal glucose tolerance. *Diabet Med* 2005;22(1): 21-5.
- Kushtagi P, Arvapally S. Maternal mid-pregnancy serum triglyceride levels and neonatal birth weight. *Int J Gynaecol Obstet* 2009;106(6):258-9.
- Magnussen EB, Vatten LJ, Lund-Nilsen TI, Salvesen KA, Davey Smith G, Romundstad PR. Prepregnancy cardiovascular risk factors as predictors of pre-eclampsia: population based cohort study. *BMJ* 2007;335(7627):97816-21.
- Catov JM, Bodnar LM, Kip KE, Hubel C, Ness RB, Harger G, Roberts JM. Early pregnancy lipid concentrations and spontaneous preterm birth. *Am J Obstet Gynecol* 2007;197(6): 610-17.
- Jan MR, Nazli R, Shah J, Akhtar T. A study of lipoproteins in normal and pregnancy induced hypertensive women in tertiary care hospitals of the North West Frontier Province-Pakistan. *Hypertens Pregnancy* 2012;31(2):292-9.
- Vrijkotte TG, Krukziener N, Hutten BA, Vollebregt KC, van Eijsden M, Twickler MB. Maternal lipid profile during early pregnancy and pregnancy complications and outcomes: the ABCD study. *J Clin Endocrinol Metab.* 2012 Nov;97(11):3917-25.
- Catov J, Bodnar L, Ness R, Barron SJ, Roberts JM. Inflammation and dyslipidemia related to risk of spontaneous preterm birth. *Am J Epidemiol* 2007;166(11):1312-9.
- Skilton M. Intrauterine risk factors for precocious atherosclerosis. *Pediatrics* 2008;121(3):570-4.
- Napoli C, Glass CK, Witztum JL, Deutsch R, D'Armiento FP, Palinski W. Influence of maternal hypercholesterolaemia during pregnancy on progression of early atherosclerotic lesions in childhood: Fate of Early Lesions in Children. (FELIC) study. *Lancet.* 1999;354:1234-41.
- Rasmussen KM, Yaktin AL, eds. Weight gain during pregnancy: reexamining the guidelines. Washington, DC: National Academies Press 2009. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK32813/pdf/TOC.pdf>. Published 2009. Accessed July 7, 2011.
- National Cholesterol Education Program. Third report of the National Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (adult treatment panel III). Bethesda, MD: National Heart Lung and Blood Institute, 2002. <http://www.nhlbi.nih.gov/guidelines/cholesterol/atp3full.pdf>. Accessed.
- Loy SL, Kns S, Jm HJ. Increase in maternal adiposity and poor lipid profile is associated with oxidative stress markers during pregnancy. *Prev Med.* 2013;57 Suppl:S41-4.
- Bodnar L, Siega-Riz A, Simhan H, Himes KP, Abrams B. Severe obesity, gestational weight gain, and adverse birth outcomes. *Am J Clin Nutr* 2010;91(6):1642-8.
- Sebire N, Jolly M, Harris J, Wadsworth J, Joffe M, Beard RW, et al. Maternal obesity and pregnancy outcome: a study of 287,213 pregnancies in London. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001;25(8):1175-82.
- Nelson SM, Matthews P, Poston L. Maternal metabolism and obesity: modifiable determinants of pregnancy outcome. *Human Reproduction Update.* 2010;16(3):255-75.
- Mankuta D, Elami-Suzin M, Elhayani A, et al. Lipid profile in consecutive pregnancies. *Lipids Health Dis* 2010;9:58-61.
- Pouta A, Hartikainen A, Sovio U, Gissler M, Laitinen J, McCarthy MI, et al. Manifestations of metabolic syndrome after hypertensive pregnancy. *Hypertension* 2004; 43(4):825-831.
- Boney CM, Anila V, Tucker R, Vohr BR. Metabolic syndrome in childhood: association with birth weight, maternal obesity, and gestational diabetes mellitus. *Pediatrics* 2005;115(3):e290-6.
- Kusters D, Homsma S, Hutten B, Twickler MT, Avis HJ, van der Post JA, et al. Dilemmas in treatment of women with familial hypercholesterolaemia during pregnancy. *Neth J Med* 2010;68(1):299-303.
- Guelinckx I, Devlenger R, Beckers K, Vansant G. Maternal obesity: pregnancy complications, gestational weight gain and nutrition. *Obes Rev* 2008; 9:140-50.



Caso clínico

An exclusively based parenteral fish-oil emulsion reverses cholestasis

Miryam Triana Junco¹, Natalia García Vázquez², Carlos Zozaya¹, Marta Ybarra Zabala¹, Steven Abrams³, Abelardo García de Lorenzo⁴ and Miguel Sáenz de Pipaón Marcos¹

¹Neonatology Department, La Paz University Hospital, Madrid, España. ²Pharmacy Department, La Paz University Hospital, Madrid, España. ³Baylor College of Medicine, Houston, Texas. ⁴Intensive Care Unit, La Paz University Hospital, Madrid, España.

Abstract

Prolonged parenteral nutrition (PN) leads to liver damage. Recent interest has focused on the lipid component of PN. A lipid emulsion based on w-3 fatty acids decrease conjugated bilirubin. A mixed lipid emulsion derived from soybean, coconut, olive, and fish oils reverses jaundice.

Here we report the reversal of cholestasis and the improvement of enteral feeding tolerance in 1 infant with intestinal failure-associated liver disease. Treatment involved the substitution of a mixed lipid emulsion with one containing primarily omega-3 fatty acids during 37 days. Growth and biochemical tests of liver function improved significantly. This suggests that fat emulsions made from fish oils may be more effective means of treating this condition compared with an intravenous lipid emulsion containing soybean oil, medium -chain triglycerides, olive oil, and fish oil.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:514-516)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8284

Key words: *Cholestasis. Intravenous lipid emulsions. Infant.*

Introduction

Parenteral nutrition (PN) is a live-saving nutritional support for premature and low-birth weight infants and other hospitalized infants. A challenge in the care of premature infants is to provide sufficient nutrition to meet their high metabolic needs for growth, but aggressive administration of PN increases the risk for

Correspondence: Miguel Sáenz-de-Pipaón Marcos.
Hospital Universitario La Paz.
Servicio de Neonatología.
Pº de la Castellana 261. E-28046 Madrid, Spain.
E-mail: msaenz.hulp@salud.madrid.org

Recibido: 24-X-2014.
Aceptado: 25-XI-2014.

UNA EMULSIÓN LIPÍDICA BASADA EXCLUSIVAMENTE EN ACEITE DE PESCADO REVIERTE LA COLESTASIS

Resumen

La nutrición parenteral prolongada produce daño hepático. Recientemente se ha comunicado el efecto de las emulsiones lipídicas intravenosas basadas exclusivamente en ácidos grasos omega-3 en la resolución de la colestasis. Lo mismo se ha observado con el uso de emulsiones lipídicas mixta derivadas del aceite de soja, coco, oliva y pescado.

Comunicamos la desaparición de colestasis y mejoría de la tolerancia enteral en un niño con enfermedad hepática asociada a nutrición parenteral. El tratamiento consistió en sustituir una emulsión lipídica mixta por otra que contenía de forma exclusiva aceite de pescado durante 37 días. El crecimiento y los datos bioquímicos de función hepática mejoraron de forma significativa. Este caso sugiere que emulsiones lipídicas intravenosas a partir de aceite de pescado pueden ser más eficaces para tratar la colestasis si se comparan con emulsiones mixtas.

(*Nutr Hosp.* 2015;31:514-516)

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8284

Palabras clave: *Colestasis. Emulsiones lipídicas intravenosas. Lactante.*

metabolic liver disease. Intestinal failure-associated liver disease (IFALD), previously named PN-associated liver disease (PNALD), is one of the main complications of long-term PN.

Although reports of its incidence and severity vary, estimates suggest that approximately 10-30% of patients who receive PN will develop cholestasis and 40-60% of neonates with significant cholestasis who cannot tolerate enteral nutrition can eventually lead to end-stage liver disease and need for transplant¹.

The etiology of IFALD is multifactorial; risk factors include prematurity, birth weight, sepsis, the initial illness and the absence of enterohepatic circulation. In the last years, there has been much interest in the role that the dose and composition of intravenous fat-

ty acid emulsions may play in the physiopathology of IFALD².

Traditionally used soy based lipid emulsions (Intralipid®) are enriched with the fatty acids linoleic acid (n-6, 53%) and are also enriched with phytosterols, which are cholesterol-like molecules derived from soybeans. Several newer parenteral lipid emulsions have been developed in the past 10 to 15 years containing single source lipid or blends of lipids; these more recently developed lipid emulsions have been termed “new generation”. New generation parenteral lipid emulsions containing pure olive oil (Clinoleic®), pure fish oil (Omegaven®), or various blends of soy, olive, medium chain triglyceride, and fish oil (Lipofundin®, SMOFlipid®, Lipoplus®) have been approved in Europe.

Recent studies have demonstrated resolution of cholestasis in patients with IFALD using an intravenous lipid emulsion composed entirely of fish oil, commercially available as Omegaven® 10% (Fresenius Kabi, Hamburg, Germany)³. European studies have also demonstrated that mixed fatty acid emulsions, such as SMOF® (15% fish oil, 30% soybean oil) (Fresenius Kabi, Hamburg, Germany) resolve parenteral nutrition-associated jaundice⁴.

We present one of the first patients treated with Omegaven in Spain and the first one we know that reversed cholestasis with Omegaven® after being treated with SMOF®.

Case report

Patient is a male born at 31+2 weeks' gestation, who suffered gastroschisis. He was admitted in our hospital at 9 days of life after intestinal resection. The intestine, from 15 cm distal to pylorus to the distal descending colon was lost, which left 15 cm of small intestine 7 cm of sigmoid colon. He received total PN since birth. At admission, we started trophic feedings that had to be stopped at 16 days of life because of nosocomial sepsis by *Klebsiella oxytoca*. At the same time, he presented a progressive increase of bilirubin, up to 15,7mg/dl direct bilirubin (21,4mg/dl total bilirubin). They gradually lower, but after sepsis resolution, still persisted hyperbilirubinaemia and intractable feeding difficulties. At best, he tolerated only administration 10 cc/kg/day. His PN regimen included parenteral lipid emulsions (SMOF® 20%; Fresenius Kabi, Hamburg, Germany) at a dose of 2.8 g/kg per d. In light of the laboratory findings, total bilirubin of 5.2mg/dl and direct bilirubin of 4.1mg/dl, an alternative intravenous fat emulsion was considered. The infant was given the omega-3 based emulsion Omegaven® (Fresenius Kabi, Hamburg, Germany) at a dose of 1g/kg/day. Informed consent from the infant's parents was obtained. Monitoring included the assessment at frequent intervals of serum electrolytes, complete blood counts, serum triglycerides, blood glucose and liver enzymes including

aspartate amino transferase (AST) and amino alanine transferase (ALT).

The AST and ALT concentrations normalized. Cholestasis, defined as a direct bilirubin concentration > 2mg/dL, resolved within 24 days despite the continuing PN requirement. After initiation of therapy with Omegaven®, our patient presents an improvement in enteral tolerance, up to 85cc/kg/day 35 days after initiation of Omegaven®. Therapy with Omegaven® is stopped after 37 days, with transaminases and bilirubin in normal values. The patient did not suffer any complication related to Omegaven® administration, the levels of triglycerides remain in the normal limits (99 mg/dl) and he showed gain in weight, length and head circumference.

Discussion

The etiology of IFALD, one of the main complications of long-term PN, remains unclear. A number of causes of IFALD have been proposed. Recent studies have implicated the use of soy based lipid emulsions in the etiology of IFALD. Phytosterols are found in soybean oil. Phytosterols are known to impair bile flow and enhance steatosis contributing to hepatic injury². Soybean oil is composed mainly of omega-6 fatty acids, which produce a cascade of pro-inflammatory compounds².

Different studies have demonstrated that when 1g/kg/day of exclusive fish oil is used benefits cholestasis resolutions and reestablishment of enteral nutrition. Fish-oil contains mainly anti-inflammatory omega-3 fatty acids and has higher level of alpha tochoferol. High omega-6:omega-3 fatty acids ratios also affect lipid metabolism by regulating fat storage. As fat accumulates in hepatic cells results in hepatic injury.

SMOF®, being a mixed emulsion (30% soybean, 30% MCT, 25% olive oil, 15% fish oil), would have intermediate results between Omegaven® e Intralipid®, as it has been shown in animal models⁵. Different authors have compared SMOF® with Intralipid®, proving that SMOF® reduces total and conjugated bilirubin levels. That suggests that a reduction in the proportion of soy-based lipids could reduce bilirubin. There are any human studies that compare SMOF® and Omegaven® but the animal models suggest that even small amounts of soy plant based lipid emulsions could contribute to hepatic injury. That is why, in certain cases, such as our patient, the administration of a 100% fish oil emulsion could be beneficial

Omegaven® is administrated at a dose of 1g/kg/day. Some authors associated its benefit to the reduction of lipid provision⁶. However, Nehra et al⁷ have recently shown that neonates receiving soybean oil-based lipid emulsion at 1g/kg/d and those receiving the lipid emulsion at 2-3g/kg/d did not differ in cholestasis grade.

Although the reduction in lipid provision (1g/kg/d) and the increase in the amount of carbohydrates to provide adequate calories, would suppose an increment in lipogenesis and a theoretical essential fatty acid deficit, that has not been described; there has not been found either a growth delay in patients treated with Omegaven[®]. On the other side, reduction of soy based lipid emulsions to 1g/k/d could lead to a essential fatty acid deficit⁹. There are no data about the effect of lipid reduction on neurologic development.

Sepsis was a confounding factor in our patient, as with its resolution bilirubin level was reduced; however, with Omegaven[®] administration, not only bilirubin was reduced but also made possible enteral feeding tolerance, up to 100cc/kg./d, with normal growth. Reestablishment of enteral feeding has been already described by other authors¹⁰ and could be due to the anti-inflammatory properties of omega-3 fatty acids and alpha tocopherol.

Although the improvement and even resolution of cholestasis with Omegaven[®] has been reported in many publications, that may not reflect a similar histologic regression, as has been already pointed out¹¹. In addition, all the studies are directed to the treatment of an advanced grade of hepatic damage and is still unknown if Omegaven[®] could be also useful in the prevention of IFALD.

We conclude that this brief report describes that administration of exclusively fish oil-based emulsions resolved cholestasis. This therapy may offer a potential solution when mixed emulsions do not revert cholestasis. More studies are needed to know the exact mechanism by which omega-3 fatty acids help to reestablish enteral feeding. A randomized, controlled trial is necessary to determine the efficacy of an exclusively fish oil-based emulsion compared with a mixed lipid emulsion in the treatment of IFALD.

References

1. Lauriti G, Zani A, Aufieri R, Cananzi M, Chiesa PL, Eaton S, Pierro A. Incidence, prevention, and treatment of parenteral nutrition-associated cholestasis and intestinal failure-associated liver disease in infants and children: a systematic review. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2014; 38:70-85. doi: 10.1177/0148607113496280.
2. Calkins KL, Venick RS, Devaskar SU. Complications associated with parenteral nutrition in the neonate. *Clin Perinatol.* 2014; 41:331-45. doi: 10.1016/j.clp.2014.02.006.
3. Burrin DG, Ng K, Stoll B, De Pipaón MS. Impact of new-generation lipid emulsions on cellular mechanisms of parenteral nutrition-associated liver disease. *Adv Nutr.* 2014; 5:82-91. doi: 10.3945/an.113.004796.
4. Muhammed R, Bremner R, Protheroe S, Johnson T, Holden C, Murphy MS. Resolution of parenteral nutrition-associated jaundice on changing from a soybean oil emulsion to a complex mixed-lipid emulsion. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2012; 54:797-802.
5. Meisel JA, Le HD, de Meijer VE, Nose V, Gura KM, Mulkern RV, Akhavan Sharif MR, Puder M. Comparison of 5 intravenous lipid emulsions and their effects on hepatic steatosis in a murine model. *J Pediatr Surg* 2011; 46: 666-73.
6. Colomb V, Jobert-Girault A, Lacaille F, Goulet O, Fournet JC, Ricour C. Role of lipid emulsions in cholestasis associated with long-term parenteral nutrition in children. *J Parenter Enteral Nutr* 2000; 24:345-350.
7. Nehra D, Fallon EM, Carlson SJ, Potemkin AK, Hevelone ND, Mitchell PD, Gura KM, Puder M. Provision of a soy-based intravenous lipid emulsion at 1g/kg/d does not prevent cholestasis in neonates. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2013; 37:498-505.
8. Fallon EM, Le HD, Puder M. Prevention of parenteral nutrition-associated liver disease: role of omega-3 fish oil. *Curr Opin Organ Transplant* 2010; 15:334-340.
9. Cober MP, Killu G, Brattain A, Welch KB, Kunisaki SM, Teitelbaum DH. Intravenous fat emulsions reduction for patients with parenteral nutrition associated liver disease. *J Pediatr* 2012; 160:421-7.
10. Diamond IR, Sterescu A, Pencharz PB, Kim JH, Wales PW. Changing the paradigm: omegaven for the treatment of liver failure in pediatric short bowel syndrome. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2009; 48:209-15.
11. Mercer DF, Hobson BD, Fischer RT, Talmon GA, Perry DA, Gerhardt BK, Grant WJ, Botha JF, Langnas AN, Quiros-Tejeira RE. Hepatic fibrosis persists and progresses despite biochemical improvement in children treated with intravenous fish oil emulsion. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2013; 56:364-9.

Revisores de originales publicados 2014

El Comité de Redacción de Nutrición Hospitalaria agradece a todas las personas que a lo largo del año 2014 han colaborado de manera desinteresada en realizar revisión por pares de los artículos recibidos. A continuación se relacionan:

Nombre	Apellidos	Centro de Trabajo
Jimena	Abilés	Servicio de Farmacia y Nutrición. Hospital Costa del Sol, Málaga
Verónica	Alonso Ferreira	Científica Titular del Instituto de Salud Carlos III de Madrid
Víctor Manuel	Andía Melero	Hospital Gregorio Marañón, Madrid
Lorena	Arribas Hortigüela	Institut Catala D'Oncologia
Reyes	Artacho Martín-Lagos	Universidad de Granada
Eduardo	Atalah Samur	Universidad de Chile, Revista Chilena de Nutrición, Chile
Nancy	Babio Sánchez	Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud
María D.	Ballesteros Pomar	Complejo Asistencial Universitario de León, León
Carlos	Baraza	Universidad de Murcia
Juana	Benedí Gonzalez	Departamento de Farmacología. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense, Madrid
Pedro J.	Benito Peinado	Universidad Politécnica de Madrid
Arancha	Bocanegra de Juana	Dep. Nutrición. Facultad de Farmacia. UCM, Madrid
Patricia	Bolaños Ríos	Instituto de Ciencias de la Conducta, Sevilla
José Ignacio	Botella Carretero	Servicio de Endocrinología y Nutrición. Hospital Ramón y Cajal, Madrid
Francisco	Botella Romero	Complejo Hospitalario Universitario de Albacete
Irene	Bretón Lesmes	Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid
Rosa	Burgos Peláez	Unidad de Soporte Nutricional. Hospital Universitario Vall d'Hebron, Barcelona
Analia Mónica	Cabrera	Servicio de Nutrición y Metabolismo Del Hospital de Niños V. J. Vilela, Argentina
Carmen	Cabrera Vique	Universidad de Granada. Facultad de Farmacia. Dpto de Nutrición y Bromatología
Alicia	Calleja Fernández	Complejo Asistencial Universitario de León, León
Ana	Cantón	Complejo Hospitalario Arquitecto Marcide. Profesor Novoa Santos. Ferrol, La Coruña
Miguel Ángel	Carbajo Caballero	Promociones Laparoscópicas, SL
Pablo	Casas	Hospital Universitario de León
Isabel	Cerrillo García	Universidad Pablo de Olavide, Sevilla
Dolores	Corella Piquer	Departamento de Medicina Preventiva y Ciber Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición, ISCIII. Facultad de Medicina. Universidad de Valencia, Valencia
Antonio	Cruz	Hospital Ramón y Cajal, Madrid
Marcelo	Cruz	Quito (Ecuador)
Katerina	Culebras	Hospital Universitario Quirón, Madrid
Jesús M.	Culebras	De la Real Academia de Medicina y Cirugía de Valladolid y del Instituto de Biomedicina (Ibiomed), Universidad de León
Daniel Antonio	De Luis Román	Hospital Universitario de Valladolid, Valladolid
Manuel	Delgado-Fernández	Universidad de Granada
Juan José	Díaz Martín	Hospital Central de Asturias
Gustavo	Duarte Pimentel	State University Of Campinas (Unicamp)
Esther	Espejo Gutiérrez de Tena	Hospital de Llerena (Badajoz)
Rafael	Figueredo Grijalba	Universidad Nacional de Asunción
Ángeles	Franco	Hospital Universitario de San Juan, Alicante
Laura	Frias Soriano	Jefe de Unidad de Enfermería de Nutrición Clínica y Dietética H.G.U. Gregorio Marañón, Madrid
Rafael	Galera Martínez	Unidad de Gastroenterología y Nutrición Pediátrica. Servicio de Pediatría. Ch Torrecárdenas
Marta	Garaulet	Universidad de Murcia
Abelardo	García de Lorenzo	Hospital Universitario La Paz, Madrid
Belen	García-Villanova	Dpto Nutrición y Bromatología. Universidad de Granada
Ángel	Gil Hernández	Universidad de Granada
Marcela	Gonzalez Gross	Universidad Complutense de Madrid
María José	González Muñoz	Dpto. Ciencias Biomédicas. Facultad de Farmacia. Universidad de Alcalá
Isabel	Goñi Camprodón	Departamento de Nutrición Facultad de Farmacia Universidad Complutense, Madrid
Arturo	Hardisson de la Torre	Facultad de Medicina. Universidad de La Laguna. La Laguna, Tenerife
Miriam	Herrero Álvarez	Servicio de Pediatría. Hospital Universitario de Fuenlabrada, Madrid
José Antonio	Irles Rocamora	Hospital Universitario Ntra. Sra. de Valme, Sevilla
Beatriz	Jáuregui Garrido	Hospital Virgen Del Rocío, Sevilla
Ignacio	Jáuregui Lobera	Universidad Pablo de Olavide, Sevilla
María	Jiménez	Universidad de Granada
Rosa Angélica	Lama More	Hospital Universitario Infantil La Paz, Madrid
Herminia	López García de la Serrana	Departamento de Nutrición y Bromatología, Facultad de Farmacia, Universidad de Granada
Juan José	López Gómez	Complejo Asistencial de León
Encarnación	López Ruzafa	Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil, Servicio de Pediatría, Complejo Hospitalario Torrecárdenas, Almería
Luis Miguel	Luengo Pérez	Hospital Universitario Infanta Cristina, Badajoz



Revisores de originales publicados 2014

Nombre	Apellidos	Centro de Trabajo
Emilio	Martínez	Profesor Titular de la Universidad de Jaén
Cecilia	Martínez Costa	Clínico Universitario de Valencia
Emilio	Martínez de Victoria	Universidad de Granada
Susana	Martínez Flórez	Instituto Universitario de Biomedicina (Ibiomed) Universidad de León
Miguel A.	Martínez Olmos	Complejo Hospitalario Universitario de Santiago (Santiago de Compostela)
Gabriel	Martos	Servicio de Endocrinología, Hospital Infantil Universitario Niño Jesús, Madrid
María Pilar	Matía Martín	Servicio de Endocrinología y Nutrición, Hospital Clínico San Carlos
José Luis	Mauriz	Instituto de Biomedicina (Ibiomed), Universidad de León
Rosana	Mazure	Clínica Santa Elena
María Dolores	Mesa García	Institute of Nutrition and Food Technology "José Mataix", Universidad de Granada
Juan Carlos	Montejo González	Hospital Universitario 12 de Octubre, Madrid
Luis A.	Moreno	Universidad de Zaragoza
José Manuel	Moreno Villares	Hospital Universitario 12 de Octubre, Madrid
Paloma	Muñoz-Calero	Hospital de Móstoles
Julia	Ocón Bretón	Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa, Zaragoza
Begoña	Olmedilla Alonso	Ictan. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid
Gabriel	Olveira	Hospital Regional Universitario Carlos Haya, Málaga
Rosa María	Ortega Anta	Departamento de Nutrición, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense, Madrid
María de los Ángeles	Ortega de la Torre	Universidad Pablo de Olavide, Sevilla
Consuelo	Pedrón Giner	Hospital Infantil Universitario Niño Jesús, Madrid
José Luis	Pereira Cunill	Hospital Universitario Virgen Del Rocío, Sevilla
Antonio	Pérez de la Cruz	Universidad de Granada
Guadalupe	Piñeiro Corrales	Jefe de Servicio de Farmacia Del Complejo Hospitalario Universitario de Vigo (Chuvi). Sergas
Merce	Planas Vila	Retirada
Alma María	Prieto Tenreiro	El Bierzo
Jesús Francisco	Rodríguez Huertas	Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos. Departamento de Fisiología. Centro de Investigaciones Biomédicas. Universidad de Granada
Miguel Ángel	Rubio Herrera	Hospital Clínico San Carlos, Madrid
María Dolores	Ruiz López	Universidad de Granada
Inmaculada	Ruiz Prieto	Instituto de Ciencias de la Conducta, Sevilla
Mar	Ruperto López	Universidad Alfonso X El Sabio, Madrid
Francisco J.	Sánchez-Muniz	Universidad Complutense de Madrid
Sergio	Santana Porbén	Hermanos Ameijeiras
Aurora Elizabeth	Serralde Zuñiga	Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán
M.ª Ángeles	Valero Zanuy	Hospital 12 de Octubre, Madrid
M.ª Pilar	Vaquero	Instituto Del Frío. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid
Cristina	Velasco Gimeno	Unidad de Nutrición. Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid
Rocío	Vera	Hospital Ramon y Cajal, Madrid
Alfonso	Vidal Casariego	Sección de Endocrinología y Nutrición, Complejo Asistencial Universitario de León
Rocío	Villar Taibo	Complejo Asistencial Universitario de León
Carmina	Wanden-Berghe Lozano	Universidad Ceu Cardenal Herrera, Alicante

DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8528

INFORME SOBRE EL PROCESO EDITORIAL INTERNO DE LA REVISTA EN 2014

N.º trabajos recibidos:	692
N.º trabajos Aceptados:	424
N.º medio de revisores por artículo:	2,62
Tiempo medio de recepción a revisión (días):	8,30
Tiempo medio en realizarse revisiones (días):	16,83
Tiempo medio aceptación/publicación (días):	28,58