

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

Artículo especial: Parte 1/Special article: Part 1

- HISTORIA DE LA NUTRICIÓN CLÍNICA ESPAÑOLA (1):
Nutrición artificial y su incorporación al ámbito clínico español 1843
*THE DEVELOPMENT OF CLINICAL NUTRITION IN SPAIN (1):
Integrating artificial nutrition into the spanish clinical setting*

Artículo especial: Parte 2/Special article: Part 2

- HISTORIA DE LA NUTRICIÓN CLÍNICA ESPAÑOLA (2):
La contribución de SENPE y de la revista *Nutrición Hospitalaria* 1853
*THE DEVELOPMENT OF CLINICAL NUTRITION IN SPAIN (2):
The contribution of SENPE and "Nutrición Hospitalaria" journal*

Revisiones/Reviews

- Descripción de índices basados en la adhesión al Patrón Dietético
Mediterráneo: una revisión 1872
*Description of indexes based on the adherence to the Mediterranean
Dietary Pattern: a review*
- El consumo de cerezas como estrategia de mitigación del daño
muscular y la inflamación en seres humanos 1885
*Consumption of cherries as a strategy to attenuate exercise-induced
muscle damage and inflammation in humans*
- Revisión metodológica para escribir y publicar casos clínicos:
aplicaciones en el ámbito de la nutrición 1894
*Methodology review for writing and publishing case report:
applications on the nutrition field*
- Efectos del consumo de la semilla de chía (*Salvia hispanica* L.)
en los factores de riesgo cardiovascular en humanos: una revisión
sistemática 1909
*Effect of chia seed (Salvia hispanica L.) consumption on
cardiovascular risk factors in humans: a systematic review*
- ¿Perder peso aumenta la esperanza de vida? revisión sistemática 1919
Do weight loss increase life expectancy?: systematic review
- Efectos en el rendimiento físico de la ingesta de suplementos con
carbohidratos y proteína durante el ejercicio: revisión sistemática 1926
*Effects of ingesting carbohydrate-protein supplements during exercise
on endurance performance: a systematic review*
- Ingesta energética y de macronutrientes en mujeres atletas 1936
Energy and macronutrient intake in female athletes
- Efectos de las vibraciones de cuerpo completo sobre la composición
corporal y las capacidades físicas en adultos jóvenes físicamente
activos 1949
*Effects of whole-body vibration training on body composition and
physical fitness in recreationally active young adults*
- Efecto de las dietas bajas en carbohidratos sobre la pérdida de peso
y hemoglobina glucosilada en personas con diabetes tipo 2:
revisión sistemática 1960
*Effect of low carbohydrate diets on weight loss and glycosylated
hemoglobin in people with type 2 diabetes: systematic review*

- Efectos del método Pilates sobre la extensibilidad isquiosural,
la inclinación pélvica y la flexión del tronco 1967
*The effects of the Pilates method on hamstring extensibility, pelvic tilt
and trunk flexion*
- Evolución de la ingesta de calcio y vitamina D y sus recomendaciones
nutricionales en los últimos 14 años en España 1987
*Evolution of the intake and nutritional recommendations of calcium
and vitamin D for the last 14 years in Spain*

Originales/Originals

OBESIDAD/OBESITY

- Factores del vínculo temprano madre-hijo asociados a la obesidad
infantil 1994
Early mother-child bonding factors associated with children obesity
- Niveles de obesidad, perfil metabólico, consumo de tabaco y presión
arterial en jóvenes sedentarios 2000
*Levels of obesity, metabolic profile, consumption of tobacco and blood
pressure in sedentary youths*
- Doce semanas de ejercicio físico intervalado con sobrecarga mejora
las variables antropométricas de obesos mórbidos y obesos con
comorbilidades postulantes a cirugía bariátrica 2007
*Twelve weeks of physical exercise interval with surcharge improves
the anthropometric variables of obese morbid and obese with
comorbidities candidates to bariatric surgery*
- Efecto de la dieta hipocalórica combinada con el consumo de harina
de coco en las mujeres con sobrepeso 2012
*Effect of hypocaloric diet combined with consumption of coconut
flour in overweight women*
- Gestión del tratamiento dietético cuali-cuantitativo en el sobrepeso y
la obesidad: metodología y una nueva perspectiva de asesoramiento
individualizado 2019
*The management of qualitative and quantitative dietary treatment
for overweight and obesity: methodology and a new perspective on
individualised assessment.*
- Evaluación nutricional y metabólica en pacientes con sobrepeso con
y sin hiperprolactinemia causada por prolactinoma 2030
*Nutritional and metabolic assessment in overweight patients with and
without hyperprolactinemia caused by prolactinoma*
- Estado nutricional, dieta y enfermedad del hígado graso no alcohólico
en ancianos 2038
*Nutritional status, diet and non-alcoholic fatty liver disease
in elders*
- Exactitud de los parámetros antropométricos como indicadores
de adiposidad visceral previstos para ecuación bidimensional 2046
*Accuracy parameters as indicators of anthropometric adiposity
visceral scheduled for two-dimensional equation*

PEDIATRÍA/PEDIATRICS

- Valores del índice cintura/cadera en la población escolar de Bogotá,
Colombia: Estudio FUPRECOL 2054
*Values of waist/hip ratio among children and adolescents from Bogotá,
Colombia: The FUPRECOL Study*

- Trastornos de la lactancia materna y otros factores asociados
a la pérdida de peso neonatal excesiva en un hospital de la
Seguridad Social en Lima, Perú 2062
*Breastfeeding problems and other factors associated with
excessive neonatal weight loss in a Social Security hospital
in Lima, Peru*
- Anemia gestacional: influencia de la anemia sobre el peso
y el desarrollo del recién nacido 2071
*Anemia in pregnancy: impact on weight and in the development
of anemia in newborn*
- Desarrollo y validación de dos cuestionarios de frecuencia de consumo
para evaluar la ingesta de gluten en niños hasta los 3 años 2080
*Development and validation of two food frequency questionnaires to
assess gluten intake in children up to 36 months of age*
- Trastornos de la conducta alimentaria en la edad pediátrica:
una patología en auge 2091
Eating disorders in pediatric age: A boom pathology

SÍNDROME METABÓLICO/METABOLIC SYNDROME

- Una alimentación poco saludable se asocia a mayor prevalencia
de síndrome metabólico en la población adulta chilena: estudio
de corte transversal en la Encuesta Nacional de Salud
2009-2010 2098
*Unhealthy food intake is linked to higher prevalence of metabolic
syndrome in Chilean adult population: cross sectional study in
2009-2010 National Health Survey*
- Diagnóstico de síndrome metabólico en niños como indicador
potencial de la capacidad técnica en la atención médica
y nutricional 2105
*Diagnosis of metabolic syndrome in children as a potential indicator
of technical ability in medical and nutritional care*

ALIMENTOS FUNCIONALES/FUNCTIONAL FOOD

- Efectos de la avena sobre el perfil lipídico, la resistencia a la insulina
y la pérdida de peso 2111
Effects of oats on lipid profile, insulin resistance and weight loss
- Estudios de inhibición in vitro de la enzima convertidora de
angiotensina-I, efectos hipotensor y antihipertensivo de fracciones
peptídicas de *V. unguiculata* 2117
*Studies in vitro inhibition of the angiotensin-converting enzyme-I,
hypotensive and antihypertensive effects of peptide fractions of
V. unguiculata*
- Ganoderma lucidum* mejora la condición física en mujeres con
fibromialgia 2126
*Ganoderma lucidum improves physical fitness in women with
fibromyalgia*

CONTINUACIÓN DEL ÍNDICE EN CONTRAPORTADA

Nutr Hosp. 2015; 32(5):1843-2356 • 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, preIBCS, IBES, MEDES, SENIOR, Scielo, Science Citation Index Expanded (SciSearch), Cancellit, Toline, Aidline, Health Planning Administration y REDALYC

ISSN 0212-1611



9 770212 161004

Nutrición Hospitalaria

IMPACT FACTOR 2014: 1,040 (JCR)

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**

N.º 5

Noviembre 2015 • Vol. 32
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 232 € + IVA
Institución 248 € + IVA

• Por teléfono:

91 344 65 54

• Por fax:

91 344 65 86

• Por e-mail:

consuelo@grupoaulamedica.com



aulamédica
formación en salud

www.aulamedica.es

© -BR núm. 909603383 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, preIBCS, IBCS, MEDES, SENIOR, ScIELO, Science Citation Index Expanded (SciSearch), Cancerlit, Toxline, Aidsline 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**

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NUTRICIÓN PARENTERAL Y ENTERAL
SENPE

 **aulamedica**
formación en salud

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 contactado 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 [véase Culebras JM y A García 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 - doctorculebras@gmail.com

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 COMPES

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)
luismilenjo@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)
mdruiz@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@ucom.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. Politécnica 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. Bermejo 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)

A. Franco-López (H. Universitario Sant Joan d'Alacant)

R. García García (H. San Agustín. Avilés)

V. García Mediavilla (IBIOMED, Universidad de León. León)

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)

J. L. Máuriz Gutiérrez (Instituto de Biomedicina (IBIOMED). Universidad de León. León)

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

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

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

P. Muñoz-Calero (H. Universitario de Móstoles. 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 Vilaro (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 Moreira (Univ. CEU San Pablo. Madrid)

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

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

S. Zamora Navarro (Universidad de Murcia. Murcia)

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. Falção (Revista Brasileira de Nutrición Clínica. Brasil)

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

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

J. Klaassen (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 NUTRICIÓN *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 NUTRICIÓN 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
doctorculebras@gmail.com

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
- PILAR GOMIS
- ALFONSO VIDAL

Coordinador Grupos de Trabajo

• ALFONSO VIDAL

Director de la Revista Nutr Hosp

• JESÚS CULEBRAS FERNÁNDEZ

Miembros de honor

- A. AGUADO MATORRAS†
- A. GARCÍA DE LORENZO Y MATEOS
- F. GONZÁLEZ HERMOSO
- S. GRISOLÍA GARCÍA
- V. JIMÉNEZ TORRES
- F. D. MOORE†
- P. SABÍN URQUIA
- A. SITGES CREUS†
- G. VÁZQUEZ MATAS
- J. VOLTAS BARO†
- J. ZALDUMBIDE AMEZAGA

Coordinador de la página web

• JORDI SALAS SALVADÓ
Jordi.salas@urv.cat

SUMARIO

ARTÍCULO ESPECIAL

Parte 1

- HISTORIA DE LA NUTRICIÓN CLÍNICA ESPAÑOLA (1):
NUTRICIÓN ARTIFICIAL Y SU INCORPORACIÓN AL ÁMBITO CLÍNICO ESPAÑOL..... 1843
*Josep Bernabeu Mestre, Rosa Ballester Añón, Carmina Wanden-Bergue Lozano,
Ángeles Franco López, Jesús M. Culebras y Javier Sanz Valero; Grupo CDC-Nut SENPE*

Parte 2

- HISTORIA DE LA NUTRICIÓN CLÍNICA ESPAÑOLA (2):
LA CONTRIBUCIÓN DE SENPE Y DE LA REVISTA *NUTRICIÓN HOSPITALARIA* 1853
*Josep Bernabeu Mestre, Rosa Ballester Añón, Carmina Wanden-Bergue Lozano,
Ángeles Franco López, Jesús M. Culebras y Javier Sanz Valero; Grupo CDC-Nut SENPE*

REVISIONES

- DESCRIPCIÓN DE ÍNDICES BASADOS EN LA ADHESIÓN AL PATRÓN DIETÉTICO
MEDITERRÁNEO: UNA REVISIÓN 1872
*Angela Hernández Ruiz, Belén García-Villanova, Eduardo J. Guerra Hernández, Pilar Amiano,
Mikel Azpiri y Esther Molina Montes*
- EL CONSUMO DE CEREZAS COMO ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN DEL DAÑO
MUSCULAR Y LA INFLAMACIÓN EN SERES HUMANOS 1885
*Leonardo Coelho Rabello de Lima, Claudio de Oliveira Assumpção, Jonato Prestes
y Benedito Sérgio Denadai*
- REVISIÓN METODOLÓGICA PARA ESCRIBIR Y PUBLICAR CASOS CLÍNICOS:
APLICACIONES EN EL ÁMBITO DE LA NUTRICIÓN..... 1894
*Gerardo Martínez Martínez, Ana Lucía Noreña, José Miguel Martínez Sanz
y Rocío Ortiz Moncada*
- EFECTOS DEL CONSUMO DE LA SEMILLA DE CHÍA (*SALVIA HISPANICA L.*) EN
LOS FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR EN HUMANOS: UNA REVISIÓN
SISTEMÁTICA 1909
*Cynthia de Souza Ferreira, Lucilia de Fátima de Sousa Fomes, Gilze Espirito Santo da Silva
y Glorimar Rosa*
- ¿PERDER PESO AUMENTA LA ESPERANZA DE VIDA? REVISIÓN SISTEMÁTICA 1919
Karen Lizarraga Hernández, Montserrat Bacardí Gascón y Arturo Jiménez Cruz
- EFECTOS EN EL RENDIMIENTO FÍSICO DE LA INGESTA DE SUPLEMENTOS CON
CARBOHIDRATOS Y PROTEÍNA DURANTE EL EJERCICIO: REVISIÓN SISTEMÁTICA..... 1926
Ever Espino González, María de Jesús Muñoz Daw y Ramón Candia Lujan
- INGESTA ENERGÉTICA Y DE MACRONUTRIENTES EN MUJERES ATLETAS 1936
Laura Bernad Asencio y Manuel Reig García-Galbés
- EFECTOS DE LAS VIBRACIONES DE CUERPO COMPLETO SOBRE LA COMPOSICIÓN
CORPORAL Y LAS CAPACIDADES FÍSICAS EN ADULTOS JÓVENES FÍSICAMENTE
ACTIVOS 1949
Esmeraldo Martínez-Pardo, Enrique Martínez-Ruiz, Pedro E. Alcaraz y Jacobo A. Rubio-Arias
- EFECTO DE LAS DIETAS BAJAS EN CARBOHIDRATOS SOBRE LA PÉRDIDA DE PESO Y
HEMOGLOBINA GLUCOSILADA EN PERSONAS CON DIABETES TIPO 2:
REVISIÓN SISTEMÁTICA 1960
Gloria Hernández Alcántara, Arturo Jiménez Cruz y Montserrat Bacardí Gascón
- EFECTOS DEL MÉTODO PILATES SOBRE LA EXTENSIBILIDAD ISQUIOSURAL,
LA INCLINACIÓN PÉLVICA Y LA FLEXIÓN DEL TRONCO 1967
*Raquel Vaquero Cristóbal, Pedro A. López Miñarro, Fernando Alacid Cárcelos
y Francisco Esparza Ros*

SUMARIO (continuación)

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

- EVOLUCIÓN DE LA INGESTA DE CALCIO Y VITAMINA D Y SUS RECOMENDACIONES NUTRICIONALES EN LOS ÚLTIMOS 14 AÑOS EN ESPAÑA..... 1987
Luis Collado Yurrita, Graciela Grande Oyarzábal, Elena Garicano-Vilar, María José Ciudad Cabañas e Ismael San Mauro Martín

ORIGINALES

Obesidad

- FACTORES DEL VÍNCULO TEMPRANO MADRE-HIJO ASOCIADOS A LA OBESIDAD INFANTIL..... 1994
Gabriela Vargas Martínez, Claudia Cruzat Mandich, Fernanda Díaz Castrillón, Catalina Moore Infante y Valentina Ulloa Jiménez
- NIVELES DE OBESIDAD, PERFIL METABÓLICO, CONSUMO DE TABACO Y PRESIÓN ARTERIAL EN JÓVENES SEDENTARIOS 2000
Felipe Caamaño Navarrete, Manuel Alarcón Hormazábal y Pedro Delgado Floody
- DOCE SEMANAS DE EJERCICIO FÍSICO INTERVALADO CON SOBRECARGA MEJORA LAS VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS DE OBESOS MÓRBIDOS Y OBESOS CON COMORBILIDADES POSTULANTES A CIRUGÍA BARIÁTRICA..... 2007
Pedro Delgado Floody, Daniel Jerez Mayorga, Felipe Caamaño Navarrete, Aldo Osorio Poblete, Nicole Thuillier Lepeley y Manuel Alarcón Hormazábal
- EFECTO DE LA DIETA HIPOENERGÉTICA COMBINADA CON EL CONSUMO DE HARINA DE COCO EN LAS MUJERES CON SOBREPESO 2012
Elizabeth de Paula Franco, Gláucia Maria Moraes de Oliveira, Ronir Raggio Luiz y Glorimar Rosa
- GESTIÓN DEL TRATAMIENTO DIETÉTICO CUALI-CUANTITATIVO EN EL SOBREPESO Y LA OBESIDAD: METODOLOGÍA Y UNA NUEVA PERSPECTIVA DE ASESORAMIENTO INDIVIDUALIZADO 2019
Manuel Reig García-Galbis
- EVALUACIÓN NUTRICIONAL Y METABÓLICA EN PACIENTES CON SOBREPESO CON Y SIN HIPERPROLACTINEMIA CAUSADA POR PROLACTINOMA..... 2030
Bruna Breyer de Freitas, Renata Elisabeth Rothen, Débora Zeni, Carolina García Soares Leães, Miriam da Costa Oliveira, Fernanda Michielin Busnello y Júlia Fernanda Semmelmann Pereira-Lima
- ESTADO NUTRICIONAL, DIETA Y ENFERMEDAD DEL HÍGADO GRASO NO ALCOHÓLICO EN ANCIANOS..... 2038
Clarissa Lima de Melo Portela, Helena Alves de Carvalho Sampaio, Maria Luísa Pereira de Melo, Antônio Augusto Ferreira Carioca, Francisco José Maia Pinto y Soraia Pinheiro Machado Arruda
- EXACTITUD DE LOS PARÁMETROS ANTROPOMÉTRICOS COMO INDICADORES DE ADIPOSIDAD VISCERAL PREVISTOS PARA ECUACIÓN BIDIMENSIONAL..... 2046
Andréia Lira Santos, Cristiane Maria Araújo Tavares de Sá, Daniel Calado Brito, Camila Lourenço Batista, Meury Ketteryn Maior Evangelista da Costa, Kamilla Brianne Araújo Gomes de Lima, Jaqueline Magalhães Souza e Irya Laryssa Tenório Ramos

Pediatría

- VALORES DEL ÍNDICE CINTURA/CADERA EN LA POBLACIÓN ESCOLAR DE BOGOTÁ, COLOMBIA: ESTUDIO FUPRECOL 2054
Yenni Paola Rodríguez-Bautista, Jorge Enrique Correa-Bautista, Emilio González-Jiménez, Jacqueline Schmidt-RíoValle y Robinson Ramírez-Vélez
- TRASTORNOS DE LA LACTANCIA MATERNA Y OTROS FACTORES ASOCIADOS A LA PÉRDIDA DE PESO NEONATAL EXCESIVA EN UN HOSPITAL DE LA SEGURIDAD SOCIAL EN LIMA, PERÚ..... 2062
Melissa Berger-Larrañaga, Claudia Bustamante-Abuid, Silvia Díaz-Vergara, Julio Tresierra-Cabrera, Percy Mayta-Tristán y Eddy R. Segura

continuación ►►►

IMPACT FACTOR 2014: 1,040 (JCR)

SUMARIO (continuación)

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

- ANEMIA GESTACIONAL: INFLUENCIA DE LA ANEMIA SOBRE EL PESO Y EL DESARROLLO DEL RECIÉN NACIDO..... 2071
Solange Augusta de Sá, Erica Willner, Tatiane Aguiar Duraes Pereira, Vanessa Rosse de Souza, Gilson Teles Boaventura y Vilma Blondet de Azeredo
- DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE DOS CUESTIONARIOS DE FRECUENCIA DE CONSUMO PARA EVALUAR LA INGESTA DE GLUTEN EN NIÑOS HASTA LOS 3 AÑOS 2080
Paula Crespo Escobar, Joaquim Calvo Lerma, David Hervás Marín, Ester Donat Aliaga, Etna Masip Simó, Begoña Polo Miquel y Carmen Ribes Koninckx
- TRASTORNOS DE LA CONDUCTA ALIMENTARIA EN LA EDAD PEDIÁTRICA: UNA PATOLOGÍA EN AUJE 2091
Yunior Dueñas Disotuar, Mercedes Murray Hurtado, Belén Rubio Morell, Hima S. Murjani Bharwani y Alejandro Jiménez Sosa
- Síndrome metabólico*
- UNA ALIMENTACIÓN POCO SALUDABLE SE ASOCIA A MAYOR PREVALENCIA DE SÍNDROME METABÓLICO EN LA POBLACIÓN ADULTA CHILENA: ESTUDIO DE CORTE TRANSVERSAL EN LA ENCUESTA NACIONAL DE SALUD 2009-2010..... 2098
Catalina Dussaillant, Guadalupe Echeverría, Luis Villarroel, Pedro Paulo Marin y Attilio Rigotti
- DIAGNÓSTICO DE SÍNDROME METABÓLICO EN NIÑOS COMO INDICADOR POTENCIAL DE LA CAPACIDAD TÉCNICA EN LA ATENCIÓN MÉDICA Y NUTRICIONAL 2105
Isabel Medina Vera, Aurora E. Serralde Zúñiga, Laura Islas Ortega, Edith Jiménez Rolland, Karla Daniela Jiménez Chanes y Martha Guevara Cruz
- Alimentos funcionales*
- EFECTOS DE LA AVENA SOBRE EL PERFIL LIPÍDICO, LA RESISTENCIA A LA INSULINA Y LA PÉRDIDA DE PESO 2111
Jessica Schuster, Gabriela Benincá, Renata Vitorazzi y Simone Morelo Dal Bosco
- ESTUDIOS DE INHIBICIÓN *IN VITRO* DE LA ENZIMA CONVERTIDORA DE ANGIOTENSINA-I, EFECTOS HIPOTENSOR Y ANTIHIPERTENSIVO DE FRACCIONES PEPTÍDICAS DE *V. UNGUICULATA* 2117
Trinidad Cú-Cañetas, David Betancur Ancona, Santiago Gallegos Tintoré, Mukthar Sandoval Peraza y Luis Chel Guerrero
- *GANODERMA LUCIDUM* MEJORA LA CONDICIÓN FÍSICA EN MUJERES CON FIBROMIALGIA 2126
Daniel Collado Mateo, Francesco Pazzi, Francisco J. Domínguez Muñoz, Juan Pedro Martín Martínez, Pedro R. Olivares, Narcis Gusi y José C. Adsuar
- NUEVOS CONOCIMIENTOS SOBRE EL CONSUMO DE CARNE EN LA PREVENCIÓN DE LA SARCOPENIA: TODOS LOS MOTIVOS DE UN CONSUMO ADECUADO..... 2136
Mariangela Rondanelli, Simone Perna, Milena Anna Faliva, Gabriella Peroni, Vittoria Infantino y Raffaella Pozzi
- EL ACEITE DE COCO VIRGEN EXTRA RICO EN ÁCIDOS GRASOS INCREMENTA EL COLESTEROL HDL Y DISMINUYE LA CIRCUNFERENCIA DE LA CINTURA Y LA MASA CORPORAL EN PACIENTES CON ENFERMEDADES DE LA ARTERIA CORONARIA..... 2144
Diuli A. Cardoso, Annie S. B. Moreira, Glaucia M. M. de Oliveira, Ronir Raggio Luiz y Glorimar Rosa
- Investigación animal*
- LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE *IN VITRO* E *IN VIVO* DE LA FRUTA BURITÍ (*MAURITIA FLEXUOSA L.F.*)..... 2153
Amanda Batista da Rocha Romero, Maria do Carmo de Carvalho e Martins, Paulo Humberto Moreira Nunes, Nayara Ravenna Trindade Ferreira, Ana Karolinne da Silva Brito, Polliana Farias Marinho da Cunha, Alessandro de Lima, Regina Célia de Assis y Eva Moreira Araújo

continuación ►►►

IMPACT FACTOR 2014: 1,040 (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

- PREVALENCIA Y FACTORES ASOCIADOS A LA DEFICIENCIA DE VITAMINA B₁₂ EN ANCIANOS DE VIÇOSA/MG, BRASIL..... 2162
Karina Oliveira Martinho, Adelson Luiz Araújo Tinôco y Andréia Queiroz Ribeiro
- DESNUTRICIÓN EN EL PACIENTE ANCIANO AL INGRESO HOSPITALARIO, UN VIEJO PROBLEMA SIN SOLUCIONAR..... 2169
Lorena Rentero Redondo, Carles Iniesta Navalón, Juan José Gascón Cánovas, Cristina Tomás Jiménez y Carmen Sánchez Álvarez

Cáncer

- ENTERITIS CRÓNICA EN PACIENTES SOMETIDOS A RADIOTERAPIA PÉLVICA: PREVALENCIA, FACTORES DE RIESGO Y COMPLICACIONES ASOCIADAS..... 2178
Ana Hernández Moreno, Alfonso Vidal Casariego, Alicia Calleja Fernández, Georgios Kyriakos, Rocío Villar Taibo, Ana Urioste Fondo, Isidoro Cano Rodríguez y María D. Ballesteros Pomar

Deporte y ejercicio

- NIVELES DE ACTIVIDAD FÍSICA, CONDICIÓN FÍSICA Y TIEMPO EN PANTALLAS EN ESCOLARES DE BOGOTÁ, COLOMBIA: ESTUDIO FUPRECOL..... 2184
Daniel Humberto Prieto-Benavides, Jorge Enrique Correa-Bautista y Robinson Ramírez-Vélez
- REDUCCIÓN DE MASA GRASA EPICÁRDICA MEDIANTE ENTRENAMIENTO DE FUERZA EN CIRCUITO EN ADULTOS MAYORES OBESOS..... 2193
Miguel Ángel Rosety, María Teresa Pery, María Antonia Rodríguez-Pareja, Antonio Díaz, Jesús Rosety, Natalia García, Francisco Brenes-Martín, Manuel Rosety Rodríguez, Rocío Toro, Francisco Javier Ordóñez y Ignacio Rosety
- EFECTOS DE LA INGESTA VOLUNTARIA DE LÍQUIDOS (AGUA Y BEBIDA DEPORTIVA) EN CORREDORES POR MONTAÑA AMATEURS..... 2198
Vicente Nebot, Eraci Drehmer, Laura Elvira, Sonia Sales, Carlos Sanchís, Laura Esquiús y Ana Pablos
- COMPOSICIÓN CORPORAL Y SOMATOTIPO DE LA MANO DE LOS JUGADORES DE PELOTA VASCA..... 2208
Aritz Urdampilleta, Juan Mielgo Ayuso, Jara Valtueña, Francis Holway y Alfredo Cordova
- EVALUACIÓN DE LA MADURACIÓN SOMÁTICA EN ADOLESCENTES VENEZOLANOS..... 2216
Betty Méndez Pérez, María Dolores Marrodán Serrano, Consuelo Prado Martínez, Julieta Aréchiga Viramontes y María Dolores Cabañas Armesillas
- PARÁMETROS DE COMPOSICIÓN CORPORAL Y SU RELACIÓN CON LA POTENCIA AERÓBICA MÁXIMA EN CICLISTAS RECREACIONALES..... 2223
Patricio Siegel Tike, Giovanni Rosales Soto, Tomás Herrera Valenzuela, Samuel Durán Agüero y Rodrigo Yáñez Sepúlveda
- DIFERENCIAS EN LA ACTIVIDAD FÍSICA Y LA CONDICIÓN FÍSICA ENTRE LOS ESCOLARES DE SECUNDARIA DE DOS PROGRAMAS CURRICULARES OFICIALES DE BOGOTÁ, COLOMBIA..... 2228
Raúl Carrillo Cubides, Luis Gonzalo Aldana Alarcón y Adriana Rocío Gutiérrez Galvis
- HÁBITOS DE ENTRENAMIENTO EN MUJERES PILOTO DE ÉLITE INTERNACIONAL..... 2235
Marta Martín, Esther Blasco, María Fargueta, Rafael Olcina y Cristina Monleón

Intensivos

- ÚLCERA POR PRESIÓN: INCIDENCIA Y FACTORES DEMOGRÁFICOS, CLÍNICOS Y NUTRICIONALES ASOCIADOS EN PACIENTES DE UNA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS..... 2242
Ana Carolina Oliveira Costa, Cláudia Porto Sabino Pinho, Alyne Dayana Almeida dos Santos y Alexandra Camila Santos do Nascimento

continuación ►►►

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

- EL PUNTO DE CORTE DE ÁNGULO DE FASE EN PACIENTES CON CÁNCER EN LA PRE-RADIOTERAPIA..... 2253
Rachel Souza Thompson Motta, Ivany Alves Castanho y Luis Guillermo Coca Velarde
- EVALUACIÓN DEL RIESGO TÓXICO POR LA PRESENCIA DE FLUORURO EN AGUAS DE BEBIDA ENVASADA CONSUMIDAS EN CANARIAS 2261
Juan Ramón Jáudenes Marrero, Arturo Hardisson de la Torre, Angel José Gutiérrez Fernández, Carmen Rubio Armendáriz y Consuelo Revert Gironés

Otros

- EFECTOS DE LA COMIDA Y LA BEBIDA SOBRE LAS VARIABLES DE COMPOSICIÓN CORPORAL EN LA BIOIMPEDANCIA ABDOMINAL 2269
Rosalía Fernández Vázquez, Javier Martínez Blanco, María del Mar García Vega, Miguel Ángel Barbancho y José Ramón Alvero Cruz
- CONSTRUCCIÓN Y EXPRESIÓN DE VECTOR DE VACUNA DE PÉPTIDO EPÍTOPO DE FUSIÓN DE CÉLULAS T DE ALÉRGENO PRINCIPAL DEL GRUPO 1 *DERMATOPHAGOIDES PTERONYSSINUS* BASADO EN LA VÍA MHC II 2274
Chaopin Li, Beibei Zhao, Yuxin Jiang, Jidong Diao, Na Li y Wei Lu
- EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DE ENSALADAS DE LECHUGA Y PERFIL DE RESISTENCIA ANTIMICROBIANA DE *STAPHYLOCOCCUS* SPP 2280
Josi Guimarães César, Andriele Madruga Peres, Caroline Pereira das Neves, Érica Tupiniquim Freitas de Abreu, Jozi Fagundes de Mello, Ângela Nunes Moreira y Kelly Lameiro Rodrigues
- URBANO O RURAL: ¿DÓNDE SE COME MEJOR Y DE FORMA MÁS SALUDABLE? 2286
E. Valero Blanco, A. Ortega de la Torre, P. Bolaños-Ríos, I. Ruiz- Prieto, A. Velasco e I. Jáuregui-Lobera
- EFECTO DEL POTENCIAL ANTIOXIDANTE PARA LAS COMPLICACIONES DE LA CIRROSIS EN LOS SERES HUMANOS..... 2294
Elisângela Colpo, Julia Gomes Farias, Iria Luiza Gomes Farias, Luiz Gustavo Brenner Reetz, Liliane Oliveira, Diego Michelin de Carli, Edson Irineu Müller, Érico Marlon de Moraes Flores, Saulo Roth Dalcin y João Batista Teixeira da Rocha
- EL CONSUMO DE CEREALES LISTOS PARA COMER ESTÁ INVERSAMENTE ASOCIADO CON EL ÍNDICE DE MASA CORPORAL EN ESCOLARES CHILENOS DE 6 A 13 AÑOS 2301
Oscar Castillo Valenzuela, Jéssica Liberona Zúñiga, Angélica Domínguez de Landa, Frank Thielecke, Mary Mondragón M, Jaime Rozowski Narkunski y Sylvia Cruchet Muñoz
- COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE HEMOGLOBINA, EL HEMATOCRITO Y LA SATURACIÓN DE OXÍGENO EN UNA POBLACIÓN UNIVERSITARIA EN COLOMBIA A DIFERENTES ALTURAS 2309
Andrea Catalina Trompetero González, Edgar Cristancho Mejía, William Fernando Benavides Pinzón, Mauricio Serrato, María Paula Landinéz y Joel Rojas
- ASOCIACIÓN ENTRE EL ÍNDICE GLUCÉMICO O LA CARGA GLUCÉMICA Y EL GROSOR DE LA ÍNTIMA MEDIA EN PACIENTES CON ALTO RIESGO CARDIOVASCULAR: ANÁLISIS DE UNA SUBMUESTRA DEL ENSAYO PREDIMED 2319
Nuria Goñi Ruiz, Miguel Ángel Martínez González, Jordi Salas Salvadó, Pilar Buil Cosiales, Javier Díez Espino, Eduardo Martínez Vila, Pablo Irimia Sierra, Emilio Ros Rahola y Estefanía Toledo Arucha
- TRATAMIENTO DEL HIPERTIROIDISMO SUBCLÍNICO: EFECTO SOBRE LA COMPOSICIÓN CORPORAL 2331
Diana Boj Carceller, Alejandro Sanz París, Enrique Sánchez Oriz, Rafael García-Foncillas López, Pilar Calmarza Calmarza, Vicente Blay Cortes y M.ª Dolores Abós Olivares

continuación ►►►

SUMARIO (continuación)

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

- ALIMENTOS FUENTES DE SODIO: ANÁLISIS BASADO EN UNA ENCUESTA NACIONAL EN COLOMBIA 2338
Diego Alejandro Gaitán, Alejandro Estrada, Gustavo Argenor Lozano y Luz Mariela Manjarres
- PROPUESTA DE UNA NUEVA FÓRMULA DE ESTIMACIÓN DEL GASTO ENERGÉTICO EN REPOSO PARA POBLACIÓN SANA ESPAÑOLA 2346
Sandra de la Cruz Marcos, Beatriz de Mateo Silleras, M.ª Alicia Camina Martín, Laura Carreño Enciso, Alberto Miján de la Torre, José E. Galgani y M.ª Paz Redondo del Río
- CARTAS AL DIRECTOR**
- ¿ES VÁLIDO EL USO DEL ÍNDICE DE MASA CORPORAL PARA EVALUAR LA OBESIDAD EN PERSONAS MUSCULOSAS? 2346
José I. Baile
Asier Martínez Segura, Mercedes Rizo Baeza, Ernesto Cortés Castell
- COMPORTAMIENTO DEL EJE ENTERO-INSULAR EN UNA POBLACIÓN DEPORTISTA; INFLUENCIA DE LA DIETA Y EL EJERCICIO 2346
M.ª Carmen Durán Ruiz
Rocío Tor

IMPACT FACTOR 2014: 1,040 (JCR)

SUMMARY

SPECIAL ARTICLE

Part 1

- THE DEVELOPMENT OF CLINICAL NUTRITION IN SPAIN (1):
INTEGRATING ARTIFICIAL NUTRITION INTO THE SPANISH CLINICAL SETTING..... 1843
*Josep Bernabeu Mestre, Rosa Ballester Añón, Carmina Wanden-Bergue Lozano,
Ángeles Franco López, Jesús M. Culebras and Javier Sanz Valero; Grupo CDC-Nut SENPE*

Part 2

- THE DEVELOPMENT OF CLINICAL NUTRITION IN SPAIN (2):
THE CONTRIBUTION OF SENPE AND “NUTRICIÓN HOSPITALARIA” JOURNAL 1853
*Josep Bernabeu Mestre, Rosa Ballester Añón, Carmina Wanden-Bergue Lozano,
Ángeles Franco López, Jesús M. Culebras and Javier Sanz Valero; Grupo CDC-Nut SENPE*

REVIEWS

- DESCRIPTION OF INDEXES BASED ON THE ADHERENCE TO THE MEDITERRANEAN
DIETARY PATTERN: A REVIEW 1872
*Angela Hernández Ruiz, Belén García-Villanova, Eduardo J. Guerra Hernández, Pilar Amiano,
Mikel Azpiri and Esther Molina Montes*
- CONSUMPTION OF CHERRIES AS A STRATEGY TO ATTENUATE EXERCISE-INDUCED
MUSCLE DAMAGE AND INFLAMMATION IN HUMANS 1885
*Leonardo Coelho Rabello de Lima, Claudio de Oliveira Assumpção, Jonato Prestes
and Benedito Sérgio Denadai*
- METHODOLOGY REVIEW FOR WRITING AND PUBLISHING CASE REPORT:
APPLICATIONS ON THE NUTRITION FIELD 1894
*Gerardo Martínez Martínez, Ana Lucía Noreña, José Miguel Martínez Sanz
and Rocío Ortiz Moncada*
- EFFECT OF CHIA SEED (SALVIA HISPANICA L.) CONSUMPTION ON CARDIOVASCULAR
RISK FACTORS IN HUMANS: A SYSTEMATIC REVIEW 1909
*Cynthia de Souza Ferreira, Lucilia de Fátima de Sousa Fomes, Gilze Espirito Santo da Silva
and Glorimar Rosa*
- DO WEIGHT LOSS INCREASE LIFE EXPECTANCY?: SYSTEMATIC REVIEW 1919
Karen Lizarraga Hernández, Montserrat Bacardí Gascón and Arturo Jiménez Cruz
- EFFECTS OF INGESTING CARBOHYDRATE-PROTEIN SUPPLEMENTS DURING
EXERCISE ON ENDURANCE PERFORMANCE: A SYSTEMATIC REVIEW 1926
Ever Espino González, María de Jesús Muñoz Daw and Ramón Candia Lujan
- ENERGY AND MACRONUTRIENT INTAKE IN FEMALE ATHLETES 1936
Laura Bernad Asencio and Manuel Reig García-Galbís
- EFFECTS OF WHOLE-BODY VIBRATION TRAINING ON BODY COMPOSITION AND
PHYSICAL FITNESS IN RECREATIONALLY ACTIVE YOUNG ADULTS 1949
Esmeraldo Martínez-Pardo, Enrique Martínez-Ruiz, Pedro E. Alcaraz and Jacobo A. Rubio-Arias
- EFFECT OF LOW CARBOHYDRATE DIETS ON WEIGHT LOSS AND GLYCOSILATED
HEMOGLOBIN IN PEOPLE WITH TYPE 2 DIABETES: SYSTEMATIC REVIEW 1960
Gloria Hernández Alcántara, Arturo Jiménez Cruz and Montserrat Bacardí Gascón
- THE EFFECTS OF THE PILATES METHOD ON HAMSTRING EXTENSIBILITY, PELVIC TILT
AND TRUNK FLEXION 1967
*Raquel Vaquero Cristóbal, Pedro A. López Miñarro, Fernando Alacid Cárceles
and Francisco Esparza Ros*
- EVOLUTION OF THE INTAKE AND NUTRITIONAL RECOMMENDATIONS OF CALCIUM
AND VITAMIN D FOR THE LAST 14 YEARS IN SPAIN..... 1987
*Luis Collado Yurrita, Graciela Grande Oyarzábal, Elena Garicano-Vilar, María José Ciudad
Cabañas and Ismael San Mauro Martín*

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

continued ►►►

SUMMARY (continuation)

ORIGINALS

Obesity

- EARLY MOTHER-CHILD BONDING FACTORS ASSOCIATED WITH CHILDREN OBESITY 1994
Gabriela Vargas Martínez, Claudia Cruzat Mandich, Fernanda Díaz Castrillón, Catalina Moore Infante and Valentina Ulloa Jiménez
- LEVELS OF OBESITY, METABOLIC PROFILE, CONSUMPTION OF TABACO AND BLOOD PRESSURE IN SEDENTARY YOUTHS 2000
Felipe Caamaño Navarrete, Manuel Alarcón Hormazábal and Pedro Delgado Floody
- TWELVE WEEKS OF PHYSICAL EXERCISE INTERVAL WITH SURCHARGE IMPROVES THE ANTHROPOMETRIC VARIABLES OF OBESE MORBID AND OBESE WITH COMORBIDITIES CANDIDATES TO BARIATRIC SURGERY 2007
Pedro Delgado Floody, Daniel Jerez Mayorga, Felipe Caamaño Navarrete, Aldo Osorio Poblete, Nicole Thuillier Lepeley and Manuel Alarcón Hormazábal
- EFFECT OF HYPOENERGETIC DIET COMBINED WITH CONSUMPTION OF COCONUT FLOUR IN OVERWEIGHT WOMEN 2012
Elizabeth de Paula Franco, Gláucia Maria Moraes de Oliveira, Ronir Raggio Luiz and Glorimar Rosa
- THE MANAGEMENT OF QUALITATIVE AND QUANTITATIVE DIETARY TREATMENT FOR OVERWEIGHT AND OBESITY: METHODOLOGY AND A NEW PERSPECTIVE ON INDIVIDUALISED ASSESSMENT. 2019
Manuel Reig García-Galbis
- NUTRITIONAL AND METABOLIC ASSESSMENT IN OVERWEIGHT PATIENTS WITH AND WITHOUT HYPERPROLACTINEMIA CAUSED BY PROLACTINOMA 2030
Bruna Breyer de Freitas, Renata Elisabeth Rothen, Débora Zeni, Carolina García Soares Leães, Miriam da Costa Oliveira, Fernanda Michielin Busnello and Júlia Fernanda Semmelmann Pereira-Lima
- NUTRITIONAL STATUS, DIET AND NON-ALCOHOLIC FATTY LIVER DISEASE IN ELDERS 2038
Clarissa Lima de Melo Portela, Helena Alves de Carvalho Sampaio, Maria Luísa Pereira de Melo, Antônio Augusto Ferreira Carioca, Francisco José Maia Pinto and Soraia Pinheiro Machado Arruda
- ACCURACY PARAMETERS AS INDICATORS OF ANTHROPOMETRIC ADIPOSITY VISCERAL SCHEDULED FOR TWO-DIMENSIONAL EQUATION 2046
Andréia Lira Santos, Cristiane Maria Araújo Tavares de Sá, Daniel Calado Brito, Camila Lourenço Batista, Meury Kéteryen Maior Evangelista da Costa, Kamilla Brianne Araújo Gomes de Lima, Jaqueline Magalhães Souza and Irya Laryssa Tenório Ramos

Pediatrics

- VALUES OF WAIST/HIP RATIO AMONG CHILDREN AND ADOLESCENTS FROM BOGOTÁ, COLOMBIA: THE FUPRECOL STUDY 2054
Yenni Paola Rodríguez-Bautista, Jorge Enrique Correa-Bautista, Emilio González-Jiménez, Jacqueline Schmidt-RíoValle and Robinson Ramírez-Vélez
- BREASTFEEDING PROBLEMS AND OTHER FACTORS ASSOCIATED WITH EXCESSIVE NEONATAL WEIGHT LOSS IN A SOCIAL SECURITY HOSPITAL IN LIMA, PERU 2062
Melissa Berger-Larrañaga, Claudia Bustamante-Abuid, Silvia Díaz-Vergara, Julio Tresierra-Cabrera, Percy Mayta-Tristán and Eddy R. Segura
- ANEMIA IN PREGNANCY: IMPACT ON WEIGHT AND IN THE DEVELOPMENT OF ANEMIA IN NEWBORN 2071
Solange Augusta de Sá, Erica Willner, Tatiane Aguiar Duraes Pereira, Vanessa Rosse de Souza, Gilson Teles Boaventura and Vilma Blondet de Azeredo

continued ►►►

SUMMARY (continuation)

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

- DEVELOPMENT AND VALIDATION OF TWO FOOD FREQUENCY QUESTIONNAIRES TO ASSESS GLUTEN INTAKE IN CHILDREN UP TO 36 MONTHS OF AGE 2080
Paula Crespo Escobar, Joaquim Calvo Lerma, David Hervás Marín, Ester Donat Aliaga, Etna Masip Simó, Begoña Polo Miquel and Carmen Ribes Koninckx
- EATING DISORDERS IN PEDIATRIC AGE: A BOOM PATHOLOGY 2091
Yunior Dueñas Disotuar, Mercedes Murray Hurtado, Belén Rubio Morell, Hima S. Murjani Bharwani and Alejandro Jiménez Sosa
- Metabolic syndrome*
- UNHEALTHY FOOD INTAKE IS LINKED TO HIGHER PREVALENCE OF METABOLIC SYNDROME IN CHILEAN ADULT POPULATION: CROSS SECTIONAL STUDY IN 2009-2010 NATIONAL HEALTH SURVEY 2098
Catalina Dussaillant, Guadalupe Echeverría, Luis Villarroel, Pedro Paulo Marin and Attilio Rigotti
- DIAGNOSIS OF METABOLIC SYNDROME IN CHILDREN AS A POTENTIAL INDICATOR OF TECHNICAL ABILITY IN MEDICAL AND NUTRITIONAL CARE 2105
Isabel Medina Vera, Aurora E. Serralde Zúñiga, Laura Islas Ortega, Edith Jiménez Rolland, Karla Daniela Jiménez Chanes and Martha Guevara Cruz
- Functional food*
- EFFECTS OF OATS ON LIPID PROFILE, INSULIN RESISTANCE AND WEIGHT LOSS..... 2111
Jessica Schuster, Gabriela Benincá, Renata Vitorazzi and Simone Morelo Dal Bosco
- STUDIES *IN VITRO* INHIBITION OF THE ANGIOTENSIN-CONVERTING ENZYME-I, HYPOTENSIVE AND ANTIHYPERTENSIVE EFFECTS OF PEPTIDE FRACTIONS OF *V. UNGUICULATA*..... 2117
Trinidad Cú-Cañetas, David Betancur Ancona, Santiago Gallegos Tintoré, Mukthar Sandoval Peraza and Luis Chel Guerrero
- *GANODERMA LUCIDUM* IMPROVES PHYSICAL FITNESS IN WOMEN WITH FIBROMYALGIA 2126
Daniel Collado Mateo, Francesco Pazzi, Francisco J. Domínguez Muñoz, Juan Pedro Martín Martínez, Pedro R. Olivares, Narcis Gusi and José C. Adsuar
- NOVEL INSIGHTS ON INTAKE OF MEAT AND PREVENTION OF SARCOPENIA: ALL REASONS FOR AN ADEQUATE CONSUMPTION..... 2136
Mariangela Rondanelli, Simone Perna, Milena Anna Faliva, Gabriella Peroni, Vittoria Infantino and Raffaella Pozzi
- A COCONUT EXTRA VIRGIN OIL-RICH DIET INCREASES HDL CHOLESTEROL AND DECREASES WAIST CIRCUMFERENCE AND BODY MASS IN CORONARY ARTERY DISEASE PATIENTS 2144
Diuli A. Cardoso, Annie S. B. Moreira, Glaucia M. M. de Oliveira, Ronir Raggio Luiz and Glorimar Rosa
- Animal research*
- *IN VITRO* AND *IN VIVO* ANTIOXIDANT ACTIVITY OF BURITI FRUIT (*MAURITIA FLEXUOSA L.F.*) 2153
Amanda Batista da Rocha Romero, Maria do Carmo de Carvalho and Martins, Paulo Humberto Moreira Nunes, Nayara Ravenna Trindade Ferreira, Ana Karolinne da Silva Brito, Polliana Farias Marinho da Cunha, Alessandro de Lima, Regina Célia de Assis and Eva Moreira Araújo
- Elderly*
- PREVALENCE AND FACTORS ASSOCIATED WITH VITAMIN B₁₂ DEFICIENCY IN ELDERLY FROM VIÇOSA/MG, BRASIL..... 2162
Karina Oliveira Martinho, Adelson Luiz Araújo Tinôco and Andréia Queiroz Ribeiro

continued ►►►

IMPACT FACTOR 2014: 1,040 (JCR)

SUMMARY (continuation)

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

- MALNUTRITION IN THE ELDERLY PATIENT TO HOSPITAL ADMISSION, AN OLD PROBLEM UNSOLVED 2169
Lorena Rentero Redondo, Carles Iniesta Navalón, Juan José Gascón Cánovas, Cristina Tomás Jiménez and Carmen Sánchez Álvarez

Cancer

- CHRONIC ENTERITIS IN PATIENTS UNDERGOING PELVIC RADIOTHERAPY: PREVALENCE, RISK FACTORS AND ASSOCIATED COMPLICATIONS 2178
Ana Hernández Moreno, Alfonso Vidal Casariego, Alicia Calleja Fernández, Georgios Kyriakos, Rocío Villar Taibo, Ana Urioste Fondo, Isidoro Cano Rodríguez and María D. Ballesteros Pomar

Sports and exercise

- PHYSICAL ACTIVITY LEVELS, PHYSICAL FITNESS AND SCREE TIME AMONG CHILDREN AND ADOLESCENTS FROM BOGOTÁ, COLOMBIA 2184
Daniel Humberto Prieto-Benavides, Jorge Enrique Correa-Bautista and Robinson Ramírez-Vélez
- A SHORT-TERM CIRCUIT RESISTANCE PROGRAMME REDUCED EPICARDIAL FAT IN OBESE AGED WOMEN 2193
Miguel Ángel Rosety, María Teresa Pery, María Antonia Rodríguez-Pareja, Antonio Díaz, Jesús Rosety, Natalia García, Francisco Brenes-Martín, Manuel Rosety Rodríguez, Rocío Toro, Francisco Javier Ordóñez and Ignacio Rosety
- EFFECTS OF VOLUNTARY INTAKE OF FLUIDS (WATER AND SPORTS DRINK) IN AMATEUR MOUNTAIN RUNNERS 2198
Vicente Nebot, Eraci Drehmer, Laura Elvira, Sonia Sales, Carlos Sanchís, Laura Esquiús and Ana Pablos
- BODY COMPOSITION AND SOMATOTYPE OF PROFESSIONAL AND U23 HAND BASQUE PELOTA PLAYERS 2208
Aritz Urdampilleta, Juan Mielgo Ayuso, Jara Valtueña, Francis Holway and Alfredo Cordova
- ASSESSMENT OF SOMATIC MATURATION OF VENEZUELAN ADOLESCENTS 2216
Betty Méndez Pérez, María Dolores Marrodán Serrano, Consuelo Prado Martínez, Julieta Aréchiga Viramontes and María Dolores Cabañas Armesillas
- BODY COMPOSITION PARAMETERS AND RELATIONSHIP WITH THE MAXIMAL AEROBIC POWER IN RECREATIONAL CYCLISTS 2223
Patricio Siegel Tike, Giovanni Rosales Soto, Tomás Herrera Valenzuela, Samuel Durán Agüero and Rodrigo Yáñez Sepúlveda
- DIFFERENCES IN PHYSICAL ACTIVITY AND IN PHYSICAL CONDITION BETWEEN SCHOOL AGE STUDENTS OF TWO PUBLIC CURRICULUM PROGRAMS IN BOGOTÁ, COLOMBIA 2228
Raúl Carrillo Cubides, Luis Gonzalo Aldana Alarcón and Adriana Rocío Gutiérrez Galvis
- TRAINING HABITS OF FEMALE INTERNATIONAL ELITE MOTORCYCLIST 2235
Marta Martín, Esther Blasco, María Fargueta, Rafael Olcina and Cristina Monleón

Intensive care

- PRESSURE ULCER: INCIDENCE AND DEMOGRAPHIC, CLINICAL AND NUTRITION FACTORS ASSOCIATED IN INTENSIVE CARE UNIT PATIENTS 2242
Ana Carolina Oliveira Costa, Cláudia Porto Sabino Pinho, Alyne Dayana Almeida dos Santos and Alessandra Camila Santos do Nascimento

Nutritional evaluation

- CUTOFF POINT OF THE PHASE ANGLE IN PRE-RADIOTHERAPY CANCER PATIENTS 2253
Rachel Souza Thompson Motta, Ivany Alves Castanho and Luis Guillermo Coca Velarde

continued ►►►

SUMMARY (continuation)

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

- TOXIC RISK ASSESSMENT OF FLUORIDE PRESENCE IN BOTTLED WATER CONSUMPTION IN THE CANARY ISLANDS 2261
Juan Ramón Jádenes Marrero, Arturo Hardisson de la Torre, Angel José Gutiérrez Fernández, Carmen Rubio Armendáriz and Consuelo Revert Gironés
- Others*
- EFFECTS OF FOOD AND DRINK INGESTION ON BODY COMPOSITION VARIABLES OF ABDOMINAL BIOELECTRICAL IMPEDANCE 2269
Rosalía Fernández Vázquez, Javier Martínez Blanco, María del Mar García Vega, Miguel Ángel Barbancho and José Ramón Alvero Cruz
- CONSTRUCTION AND EXPRESSION OF *DERMATOPHAGOIDES PTERONYSSINUS* GROUP 1 MAJOR ALLERGEN T CELL FUSION EPITOPE PEPTIDE VACCINE VECTOR BASED ON THE MHC II PATHWAY 2274
Chaopin Li, Beibei Zhao, Yuxin Jiang, Jidong Diao, Na Li and Wei Lu
- MICROBIOLOGICAL ASSESSMENT OF LETTUCE SALADS AND ANTIMICROBIAL RESISTANCE OF *STAPHYLOCOCCUS* SPP. 2280
Josi Guimarães César, Andriele Madruga Peres, Caroline Pereira das Neves, Érica Tupiniquim Freitas de Abreu, Jozi Fagundes de Mello, Ângela Nunes Moreira and Kelly Lameiro Rodrigues
- CITY VS. COUNTRYSIDE: WHERE DO YOU EAT BEST AND HEALTHIEST? 2286
E. Valero Blanco, A. Ortega de la Torre, P. Bolaños-Ríos, I. Ruiz- Prieto, A. Velasco and I. Jáuregui-Lobera
- EFFECT OF ANTIOXIDANT POTENTIAL ON SEVERITY OF CIRRHOSIS IN HUMANS 2294
Elisângela Colpo, Julia Gomes Farias, Iria Luiza Gomes Farias, Luiz Gustavo Brenner Reetz, Liliane Oliveira, Diego Michelin de Carli, Edson Irineu Müller, Érico Marlon de Moraes Flores, Saulo Roth Dalcin and João Batista Teixeira da Rocha
- CONSUMPTION OF READY-TO-EAT CEREAL IS INVERSELY ASSOCIATED WITH BODY MASS INDEX IN 6-13 YEARS OLD CHILEAN SCHOOLCHILDREN 2301
Oscar Castillo Valenzuela, Jéssica Liberona Zúñiga, Angélica Domínguez de Landa, Frank Thielecke, Mary Mondragón M, Jaime Rozowski Narkunska and Sylvia Cruchet Muñoz
- BEHAVIOR OF HEMOGLOBIN CONCENTRATION, HEMATOCRIT AND OXYGEN SATURATION IN COLOMBIAN UNIVERSITY POPULATION AT DIFFERENT ALTITUDES 2309
Andrea Catalina Trompetero González, Edgar Cristancho Mejía, William Fernando Benavides Pinzón, Mauricio Serrato, María Paula Landinéz and Joel Rojas
- ASSOCIATION BETWEEN DIETARY GLYCEMIC INDEX AND GLYCEMIC LOAD AND INTIMA MEDIA THICKNESS IN A POPULATION AT HIGH CARDIOVASCULAR RISK: A SUBGROUP ANALYSIS IN THE PREDIMED TRIAL 2319
Nuria Goñi Ruiz, Miguel Ángel Martínez González, Jordi Salas Salvadó, Pilar Buil Cosiales, Javier Díez Espino, Eduardo Martínez Vila, Pablo Irimia Sierra, Emilio Ros Rahola and Estefanía Toledo Atucha
- TREATMENT OF SUBCLINICAL HYPERTHYROIDISM: EFFECT ON BODY COMPOSITION ... 2331
Diana Boj Carceller, Alejandro Sanz París, Enrique Sánchez Oriz, Rafael García-Foncillas López, Pilar Calmarza Calmarza, Vicente Blay Cortes and M.ª Dolores Abós Olivares
- FOOD SOURCES OF SODIUM: ANALYSIS BASED ON A NATIONAL SURVEY IN COLOMBIA 2338
Diego Alejandro Gaitán, Alejandro Estrada, Gustavo Argenor Lozano and Luz Mariela Manjarres
- PROPOSAL FOR A NEW FORMULA FOR ESTIMATING RESTING ENERGY EXPENDITURE FOR HEALTHY SPANISH POPULATION 2346
Sandra de la Cruz Marcos, Beatriz de Mateo Silleras, M.ª Alicia Camina Martín, Laura Carreño Enciso, Alberto Miján de la Torre, José E. Galgani and M.ª Paz Redondo del Río

continued ►►►

SUMMARY (continuation)

LETTERS TO THE EDITOR

- IS IT USEFUL TO USE THE BODY MASS INDEX TO ASSESS OBESITY IN MUSCULAR PEOPLE? 2346
José I. Baile
Asier Martínez Segura, Mercedes Rizo Baeza, Ernesto Cortés Castell
- PERFORMANCE OF ENTERO-INSULAR AXIS IN AN ATHLETIC POPULATION: DIET AND EXERCISE INFLUENCE 2346
M.ª Carmen Durán Ruiz
Rocío Tor



Artículo especial/Parte 1

**HISTORIA DE LA NUTRICIÓN CLÍNICA ESPAÑOLA (1):
Nutrición artificial y su incorporación al ámbito clínico español**

Josep Bernabeu Mestre¹, Rosa Ballester Añón², Carmina Wanden-Bergue Lozano³,
Ángeles Franco López⁴, Jesús M. Culebras⁵, Javier Sanz Valero²; Grupo CDC-Nut SENPE

¹Departamento de Enfermería Comunitaria, Medicina Preventiva y Salud Pública e Historia de la Ciencia. Universidad de Alicante. ²Departamento de Salud Pública, Historia de la Ciencia y Ginecología. Universidad Miguel Hernández. ³Fundación para el Fomento de la Investigación Sanitaria y Biomédica de la Comunitat Valenciana (Fisabio). Hospital General de Alicante. ⁴Servicio de Radiología. Hospital Universitario de Sant Joan d'Alacant, Alicante. ⁵Miembro de la Real Academia de Medicina y Cirugía de Valladolid. Presidente de Honor de SENPE y Director de Nutrición Hospitalaria. España.

(Nutr Hosp. 2015;32:1843-1852)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9785

Introducción

El progreso alcanzado por la nutrición clínica y por los avances terapéuticos como el que representa la nutrición artificial, deben ser contextualizados en el proceso de desarrollo que vivieron las ciencias de la alimentación y la nutrición a lo largo de las últimas décadas del siglo XIX y la primera mitad del siglo XX, y en el de la evolución mostrada por la dietética contemporánea. El reto que representaban los regímenes especiales para determinadas patologías, las respuestas que demandaban los problemas nutricionales de los pacientes pediátricos o el apoyo nutricional pre y postoperatorio, aparecen como algunas de las principales líneas de trabajo que incentivaron el perfeccionamiento que fueron alcanzando la nutrición parenteral y enteral¹.

A continuación se presentan algunos de los principales antecedentes históricos relacionados con las aplicaciones terapéuticas de la nutrición artificial, y como se produjo la incorporación de la nutrición parenteral al ámbito clínico español.

Correspondencia: Josep Bernabeu Mestre.
Departamento de Enfermería Comunitaria, Medicina Preventiva y Salud Pública e Historia de la Ciencia.
Universidad de Alicante.
Apartado de Correos 99. 03080, Alicante.
E-mail: josep.bernabeu@ua.es

Recibido: 18-VIII-2015.

Aceptado: 19-IX-2015.

Primera parte del texto y fotografías de la exposición HISTORIA DE LA NUTRICIÓN CLÍNICA ESPAÑOLA: LA CONTRIBUCIÓN de LA SENPE, presentada los días 6 a 12 de mayo de 2015 en Alicante, con ocasión de la celebración del XXX Congreso Nacional de la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral (SENPE).

La nutrición parenteral y enteral y su historia

Todo acercamiento científico al pasado debe posibilitar una comprensión del presente inmediato y aportar una serie de claves que permitan entender el porqué y el cómo de la situación actual de la ciencia y la práctica científicas. Frente a la “inmediatez del conocimiento”, que convierte nuestra realidad en un “siempre empezar” y que aumenta con ello las posibilidades de error, el profesional vuelve a buscar en la historia, una y otra vez, las respuestas a las cuestiones básicas, y actuales. (Figs. 1 a 3)

La historia de la nutrición parenteral y enteral, ha sido abordada fundamentalmente por los propios profesionales, por los expertos^{2,3,4,5,6,7} (Tabla I). La reconstrucción histórica de ésta área, tan joven todavía en su institucionalización, se ha acercado así a su genealogía a través de sus pioneros, ha rastreado indicios de prácticas, técnicas y concepciones teóricas anteriores y ha situado así su propia tradición. Los primeros trabajos, desde la década de los setenta del siglo pasado son prácticamente coetáneos al nacimiento de la propia nutrición parenteral y enteral contemporánea, pero los últimos trabajos históricos son recientes.



Fig. 1.—Stanley Dudrick en la actualidad.



Fig. 2.—Dudrick con Jesús Culebras, en 1978 en Houston (Texas), en el marco del Congreso de la American Society of Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN).

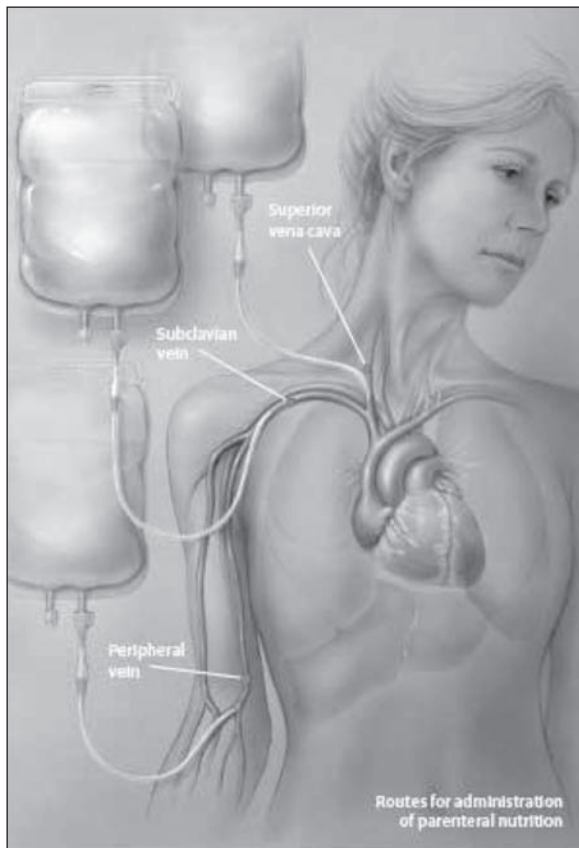


Fig. 3.—Las rutas para la administración de la nutrición parenteral.

Nutrición Enteral y Parenteral en Pediatría (1)

La institucionalización de la Pediatría como especialidad médica en el siglo XIX supuso la consideración del organismo infantil no como el de un adulto “en miniatura” sino como objeto de conocimiento científico en sí mismo, con sus particularidades. Una

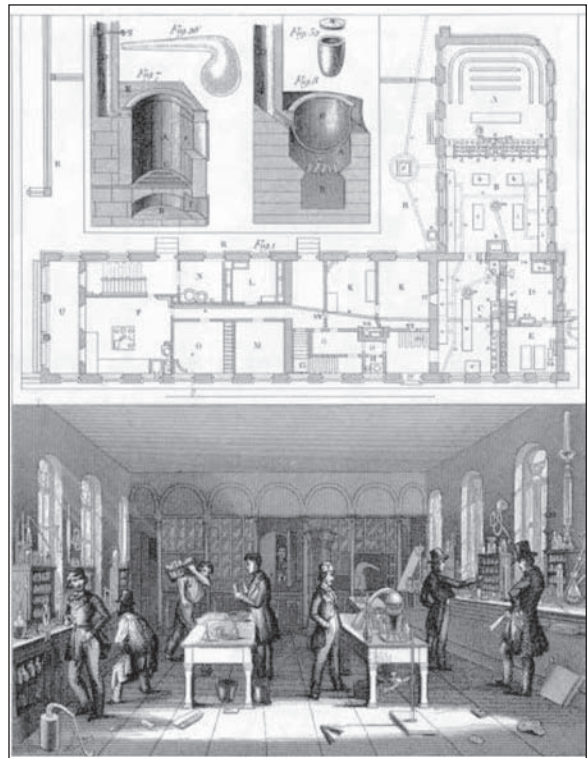


Fig. 4.—Laboratorio de Justus von Liebig (1803-1873) en Gies-sen. Figura fundamental en la aplicación de la química orgánica a la fisiología.

de las consecuencias de ello fue estudiar la fisiología infantil y, muy en especial, las características del metabolismo material y energético, sobre todo en el marco centroeuropeo (Fig. 4). Los primeros trabajos de Max Rubner (1854-1932) (Fig. 5) y Otto Heubner (Fig. 6 a y b) (1846-1926) sobre recambio material se orien-



Fig. 5.—Max Rubner (1854-1932).

Tabla I
Principales hitos de la nutrición artificial

Año	Hitos	Autores
1616	Descubrimiento de la circulación mayor de la sangre	William Harvey (1578-1657)
1628	Primera publicación de la circulación mayor: <i>Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animabulus</i>	William Harvey (1578-1657)
1658	Primera inyección intravenosa en animales (cervez, vino y opio)	Wren, Christopher (1632-1725)
1665	Transfusión de sangre de un animal vivo a otro en perros	Lower, Richard (1631-1691)
1667	1ª descripción técnicas de entrada e infusión intravenosas con ilustraciones (<i>Clysmatica nova sive ratio qua in venam rectam medicamenta...</i>)	Escholtz, Johann (1625-1668)
1667	Transfusión de sangre de un animal (oveja) a un ser humano	Denis, Jean Baptista (1643-1704)
1678	Infusión intravenosa de aceite de oliva, vinagre, sal y orina a un perro	Courten
1818	Transfusión de sangre de humano a humano	Blundell, James (1791-1878)
1831	Infusión intravenosa de agua y sal en seres humanos para el tratamiento del cólera	Latta, Thomas (1796-1833)
1845	Infusión intravenosa de azúcar en animales	Bernard, Claude (1813-1878)
1859	Infusión intravenosa de clara de huevo, leche y otros alimentos en conejos	Bernard, Claude (1813-1878)
1869	Inyección subcutánea de grasa en perros	Menzel, A, Perco, Hermann
1870	Técnicas de antisepsia en campo quirúrgico	Lister, Joseph (1827-1912)
1875	Infusión intravenosa de leche en humanos para el tratamiento del cólera	Hodder, Edward
1876	Inyección subcutánea de leche en humanos con intención nutritiva	Whittaker
1877	Inicio microbiología y relación causal germen-infección	Pasteur, Louis (1822-1895)
1887	Infusión intravenosa de sacarosa en humanos para el tratamiento del shock	Landerer, A
1891	Infusión intravenosa de solución salina en humanos para el tratamiento del shock	Matas, RM
1895	Descubrimiento de la función de presión osmótica coloidal de las proteínas plasmáticas	Starling, E (1866-1927)
1896	Infusión intravenosa de glucosa en humanos	Bield / Kraus
1901	Descubrimiento de tres de los cuatro grupos sanguíneos	Landsteiner, Karl (1868-1943)
1904	Inyección subcutánea de peptona, grasa, glucosa y electrolitos en humanos para nutrición parenteral	Friedrich, R (1858-1943)
1905	Desarrollo de métodos de análisis de urea, creatina y otras fracciones nitrogenadas útiles para la valoración nutricional	Follin, Otto (1867-1945)
1907	Descubrimiento del cuarto grupo sanguíneo y de la clasificación de los cuatro grupos sanguíneos	Jansky, Jan (1875-1921)
1911	Infusión intravenosa de glucosa post cirugía con objetivo nutricional	Kausch, C
1912	Descubrimiento de las vitaminas	Funk, Casimir (1884-1967)
1913	Inyección intramuscular de tiamina (extracto de levadura) para el tratamiento de la polineuritis en palomas	Funk, Casimir (1884-1967)
1913	Infusión intravenosa de proteínas hidrolizadas en animales (cabras)	Hemiques / Andersen
1913	Infusión intravenosa de proteínas hidrolizadas en perros y procedimiento para uso nutricional	Van Slylee DD, Mayer, GM
1915	Infusión intravenosa de grasa en animales y procedimiento para uso nutricional	Murlin, JR / Riche, JA
1915	Demostración de la rapidez de uso de glucosa intravenosa en humanos (0,85 gr de glucosa/Kg/hora)	Woodyatt / Sansum / Wilder
1918	Infusión intravenosa de zumo de naranja para tratar el escorbuto	Hess, A, Unger, L
1920	Infusión intravenosa de grasa emulsionada en humanos	Yamakawa, IV
1923	Descubrimiento de la presencia de pirógenos en el agua esterilizada	Selbert, F

Tabla I (cont.)
Principales hitos de la nutrición artificial

<i>Año</i>	<i>Hitos</i>	<i>Autores</i>
1924	La primera infusión continua de glucosa gota a gota en humanos	Matas, RM
1932	Transfusión de suero humano en humanos	Kunz
1932	Descripción del aumento de la pérdida de nitrógeno en orina resultante de la respuesta catabólica a un trauma severo en un miembro en animales y humanos	Cuthbertson, Sir David
1934	Infusión intravenosa de proteínas plasmáticas en perros y humanos con demostración de su uso metabólico	Holman, RL, Mohaney, EB, Whipple, GH
1934	Identificación de los aminoácidos esenciales para el crecimiento en ratas	Rose, WC
1935	Primera infusión intravenosa de emulsión de aceite de algodón en humanos	Holt, E
1938	Identificación de aminoácidos esenciales y sus requerimientos en humanos	Rose, WC
1939	Demostración del uso de aminoácidos en caseína hidrolizada infundida por vía intravenosa en humanos	Elman, R, Weiner, DO
1940	Demostración del uso de aminoácidos cristalinos infundidos por vía intravenosa en humanos	Shoh / Blackfary / Dennis, C
1944	Infusión de dextrosa hipertónica, insulina y proteínas plasmáticas por vía periférica en pacientes quirúrgicos de alto riesgo	Dennis, C
1944	Primera nutrición intravenosa completa (agua, sal, lípidos, carbohidratos, aminoácidos) a lo largo de 5 días en un niño de 5 meses afectado de la enfermedad de Hirschprung	Helfrick, FW, Abelson, NM
1945	Infusión intravenosa de emulsiones de grasa, dextrosa y proteína hidrolizada por vía periférica en humanos	McKibbin, JM, Hegsted, DM, Stare, FI
1945	Desarrollo de los primeros catéteres de polietileno para la realización de infusiones intravenosas en humanos	Zimmermann, H
1946	Infusión intravenosa de proteínas plasmáticas en humanos con demostración del balance nitrogenado positivo	Albright, F, Forbes, AP, Relfenstein, EC
1947	Primera proteína hidrolizada para infusión intravenosa comercializada en Europa	Wretling, A
1948	Infusión intravenosa de emulsiones de aceite de algodón en perros	Meng, H, Freeman, M
1949	Desarrollo de la primera técnica para la infusión intravenosa de nutrientes, para un largo periodo de tiempo en perros	Rhoads, JE, Parkind, WM, Vars, HM

Fuente: Dudrick, Stanley J., Palestry, J. Alexandres. Historical highlights of the development of total parenteral nutrition. *Surg. Clin. Amer* 2011; 91: 63-717 (adaptada por los autores).

taron hacia el análisis cuantitativo y cualitativo de la relación existente entre la ingesta y la excreta, tomado en consideración un factor nuevo con respecto a los adultos: el crecimiento. El primer estudio monográfico se debe a Wilhem Camerer (Fig. 7) (1842-1910) quien utilizó datos de sus propios hijos realizando, por espacio de varios años, de modo sistemático, balances metabólicos.

La aplicación de las leyes de la termodinámica al metabolismo animal se dirigió a la búsqueda de un método que permitiera expresar el valor de los principios inmediatos en términos de energía, de valor calórico. A partir de ahí, Heubner estableció en la práctica un nuevo método para la alimentación infantil: el método calórico y con ello, por primera vez, se contaba con una fundamentación científica sólida, sobre todo para el periodo de recién nacido y lactante. La aplicación clínica de esta investigación básica

fue sobre todo, obra de Heinrich Finkelstein (Fig. 8) (1865-1942) (Fig. 9).

Nutrición Enteral y Parenteral en Pediatría (2)

La fundamentación científica básica y el desarrollo de la investigación clínica en las principales escuelas pediátricas europeas y norteamericanas que tuvo lugar en la primera mitad del siglo XX, así como el desarrollo de la antropometría clínica, explican el avance de la nutrición enteral en pacientes pediátricos y, muy especialmente, en tres situaciones: los trastornos nutritivos del lactante, la malnutrición por todas las causas y los niños prematuros (en este último caso en las unidades de neonatología creadas a partir de 1945). Por el contrario, la nutrición parenteral en condiciones de seguridad, no se difundió en el ámbito pediátrico hasta



Fig. 6a.—Otto Heubner (1846-1926).

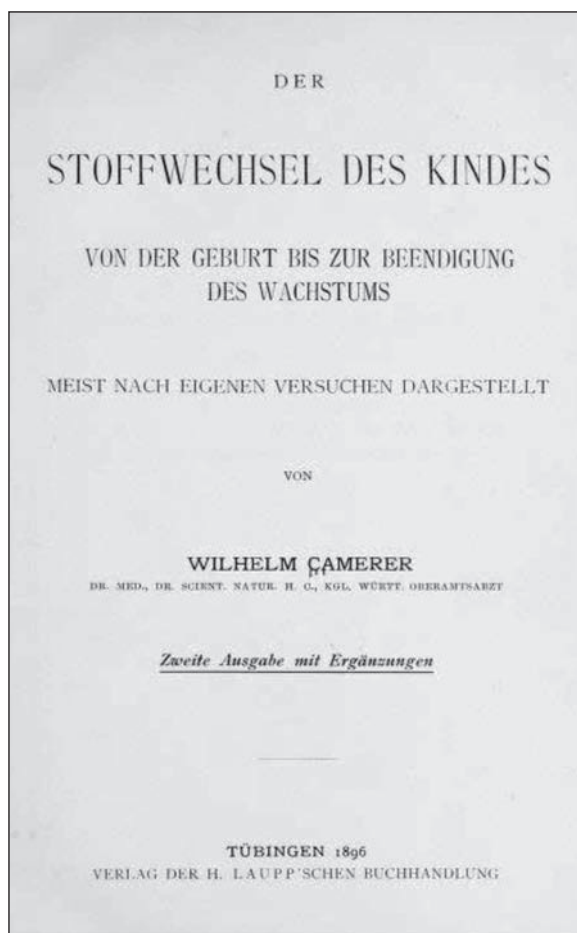


Fig. 7.—Portada de la obra de Wilhem Camerer.

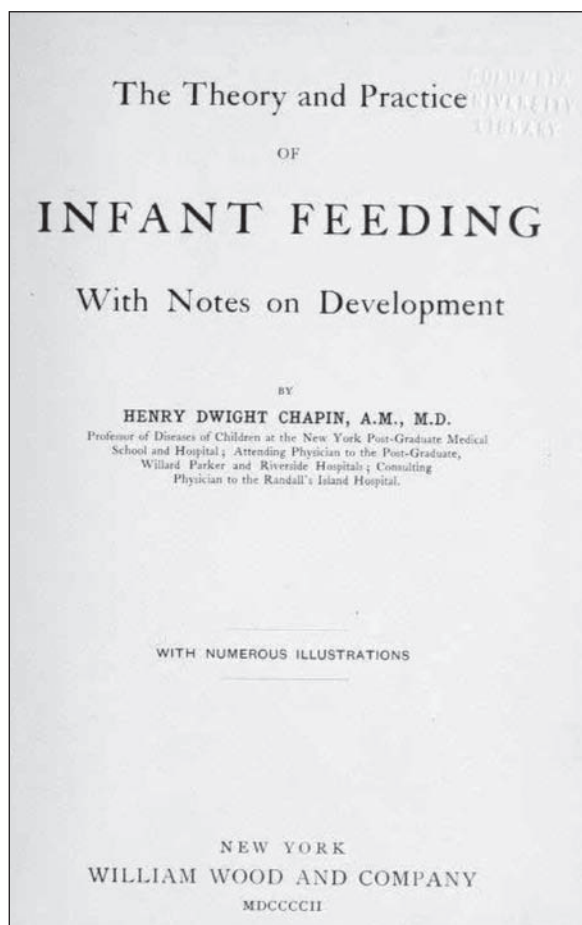


Fig. 6b.—Portada de la obra de Henry Dwight Chapin.



Fig. 8.—Heinrich Finkelstein (1865-1942)).



Fig. 9.—Hospital de la Charité en Berlín, centro nuclear para la pediatría de laboratorio.

la década de 1970-80, ya que se consideraba peligrosa y menos fisiológica que la enteral

El desarrollo de fórmulas infantiles para lactantes sanos fue pronto seguido por varios intentos de utilización de fórmulas especiales con éxito variable y falta de consenso entre los nuevos especialistas (Figs. 10 a, b, c, d y Fig. 11). Dietas lácteas, sopas de féculas, la sopa *Liebig* y la administración de fermentos como la pepsina y la pancreatina fueron profusamente utilizadas. La vía oral se consideraba idónea aunque a partir de 1940 empezaron a utilizarse tubos de caucho a modo de sondas nasogástricas como procedimiento más difundido. Dicha técnica permitía proporcionar

KARUBA y la infancia

Niños 1 a 2 años

Niños 2 a 3 años

Niños 3 a 5 años

Niños 5 a 9 años

Niños 9 a 14 años

Niños en todas edades

KARUBA

Karuba

DIARREAS ESTIVALES ENTEROCOLITIS

KARUBA

POLVO

Es una especialidad de los LABORATORIOS FARMACEUTICOS Aurelio Gámir S. A. Gascón, 1-Tel. 14440 VALENCIA

Composición
Polvo deshidratado de la pulpa de los frutos de *Cerastium filiquis* L., *Isoregina*, sal sódica de sílica y azeitido metilprotocatéico.

Propiedades
Compuesto hidrocarbonado de gran poder nutritivo que alcanza 5821 U. nutritivas, según Keller, y proporciona tres calorías por gramo. Su acción específica depende, no sólo de las pectinas y tánnos que contiene, sino también por su abundancia en compuestos hidrocarbonados de diferente peso molecular. Sabido es que los hidratos de carbono de fórmula pequeña se absorben con rapidez, mientras que los de molécula grande, que se desintegran en el intestino, aceleran la putrefacción de la flora proteolítica, evitando la fermentación, y los productos que se originan neutralizan los ácidos.

Indicaciones
La principal indicación terapéutica de KARUBA se encuentra en el extenso campo de los trastornos digestivos de los niños, caracterizados por diarreas agudas de origen infeccioso o alimenticio. Esta KARUBA, indicada asimismo en las diarreas estivales y en las enterocolitis mucomembranosas.

Presentación
Polvo. Paquete de 200 gramos.

Uso
Niños mayores de un año: Dos cucharadas sopas rasas de KARUBA disueltas en una medida de 100 gr. — siete cucharadas — de agua y 100 gr. de leche; lavar día o doce minutos agitando sin cesar con una cuchara para evitar la formación de grumos. La papilla que resulte se administra en una sola vez, dar cuatro o cinco papillas diarias hasta que cese la diarrea. Con la mejoría del enfermo se va disminuyendo en la anterior medida la cantidad de agua, substituyéndola por leche hasta llegar a preparar la papilla solamente con leche. Asimismo se va disminuyendo paulatinamente el número de papilla, hasta llegar al régimen de alimentación normal.

Vídeo de seis a doce meses: Las papillas se preparan con la misma cantidad de leche y agua y una cucharada rasa de KARUBA.

Añadido: Dos dolores de las soladas para los niños mayores de un año.

Precio: 9 pts.

RUAMBA

EXTRACTO DE MALTA
ASOCIADO AL
FOSFOCASEIN Y CACAO
PURÍSIMO DESGRASADO

Alimento completo; contiene las diastasas necesarias para la perfecta digestión de la leche, féculas, hidrocarbonatos, y de las albuminoides en general.

DESAYUNO EXQUISITO, para vigorizar a los niños, a las madres en la época de la lactancia; anémicos, convalecientes, dispepticos, tuberculosos, etc.

Preparado en los Laboratorios VIÑAS - Calle Clará, 71 - Barcelona

TOMO XXIX MAYO DE 1928 NCM. 341

LA MEDICINA DE LOS NIÑOS

REVISTA MENSUAL
DEDICADA A LA

HIGIENE, PATOLOGÍA Y TERAPEUTICA DE LA INFANCIA

Premiada con Medalla de Oro en la Exposición Hispano-Francesa de Zaragoza

DIRIGIDA POR EL DR. A. MARTINEZ VARGAS

CATEDRÁTICO DE ENFERMERAS DE NIÑOS, DE LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA
MIEMBRO DE LA REAL ACADEMIA DE MEDICINA Y CIRUGÍA
SOCIO HONORARIO DE LA SOCIEDAD DE ENFERMERAS DE NIÑOS, DE MOSCÚ
MIEMBRO C. DE LA SOCIEDAD DE PEDIATRÍA DE PARÍS

SECRETARIO DE REDACCIÓN: D. Francisco Subirats Cedó

DIRECCIÓN, REDACCIÓN Y ADMINISTRACIÓN: Tishier, 38-37, dalt.-Tel. 4.803-BARCELONA

FOSFATINA FALIÈRES

asociada a la leche es el alimento más agradable y el que más se recomienda para los niños, sobre todo en el momento del destete.

Conviene a los estómagos debilitados.

Evítase la marca **FOSFATINA FALIÈRES**.

Desconfíase de las imitaciones a que sus éxitos han dado origen.

En todas las Farmacias, Droguerías y Tiendas de Comestibles.

PARIS, 6, Rue de la Tacherie.

ESTREÑIMIENTO
Polvos Laxantes de Vichy
GRIP L. SOULIGNOU
Muy agradable — Eficacia constante.
Tubos Farmaciales. — PARIS, 6, Rue de la Tacherie.

Phosphorrenal ROBERT
Jarabe y Vino de DESCHIENS
OPOTERAPIA RENALITICA Total

Fig. 10 a,b,c,d.— Cuatro imágenes sobre suplementos alimenticios infantiles.

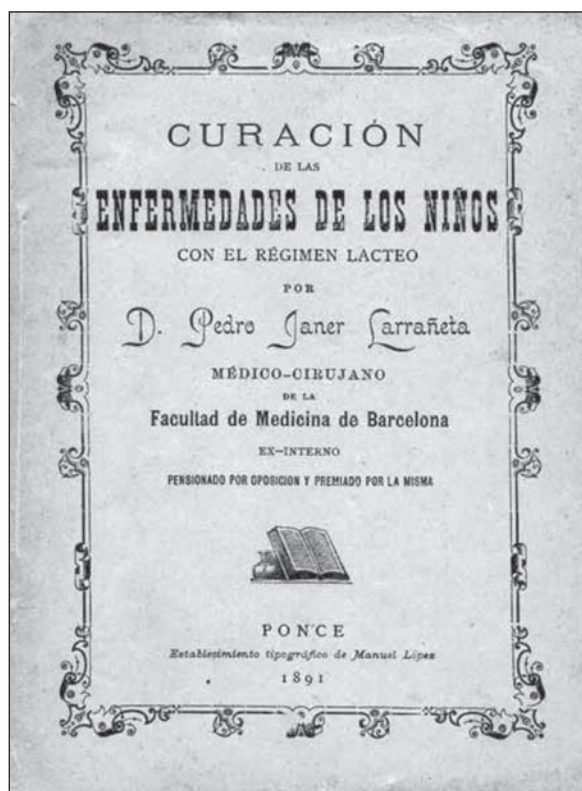


Fig. 11.—Cubierta del libro “Curación de las enfermedades de los niños con el régimen lácteo”.

soporte nutricional con dextrosa 5% en solución salina 0.45%. Más tarde, en la década de 1960, se fueron perfeccionando las técnicas y los procedimientos, introduciéndose las sondas de polivinilo.

La Nutrición Parenteral Contemporánea

Robert Elman introdujo en 1937 el término **nutrición parenteral**⁸, especificó las indicaciones y ejemplificó sus resultados con glucosa e hidrolizados de proteínas; sin embargo persistían los problemas relacionados con la toxicidad de las grasas, los hidrolizados proteicos no estaban exentos de reacciones anafilácticas y la transfusión de soluciones glucosadas hipertónicas por vía periférica sólo era posible con grandes volúmenes de glucosa al 10%, pero con el peligro de desencadenar tromboflebitis graves. En 1962, **Arvid Wretlind** (1919-2002) (Fig. 12) desarrollaba la nutrición intravenosa equilibrada en una vena periférica con inclusión de lípidos^{9,10}. Unos años después, el desarrollo del acceso vascular central, la obtención de aminoácidos sintéticos, emulsiones de grasa no tóxicas, materiales plásticos mejor tolerados y un mejor conocimiento de los efectos secundarios del catabolismo prolongado, culminaron con los experimentos de **Stanley J. Dudrick** (Fig. 13) en 1967¹¹, y desde entonces la nutrición endovenosa proporciona al enfermo imposibilitado de utilizar su tubo digestivo una nueva



Fig. 12.—A Wretlind y J Culebras en el Congreso Mundial de Gastroenterología, Madrid 1978.

alternativa en la recepción de nutrientes. De forma paralela a todos estos avances, desde el ámbito de la cirugía y con trabajos como los desarrollados por **Francis Daniels Moore** (Figs. 14 a 17) (1913-2001)^{12,13,14}, se abordaban los cuidados y las necesidades metabólicas del paciente quirúrgico y la importancia que adquiría la introducción de la nutrición parenteral.

La incorporación de la Nutrición Parenteral al ámbito clínico español

La terapia parenteral nutricional era ya una realidad en el ámbito clínico español a finales de la década de 1970 (Fig. 18). En la incorporación de aquella novedad jugaron un papel destacado tanto los cirujanos y los intensivistas, preocupados por los retos metabólicos que planteaban los pacientes quirúrgicos y los críticos, como los profesionales que trabajaban en las unidades de farmacia hospitalaria, pero sería a través de la fór-

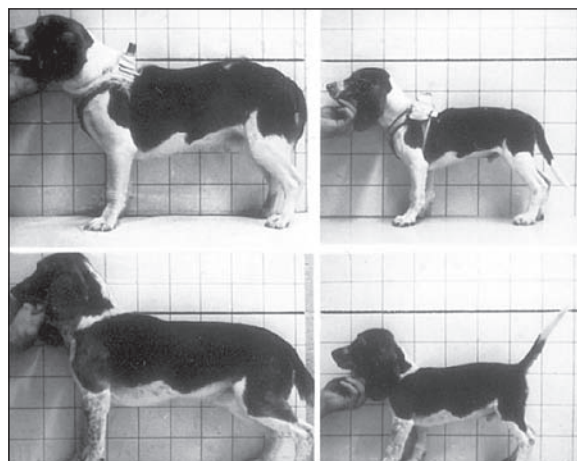


Fig. 13.—Los perros utilizados por el equipo del doctor Dudrick en sus investigaciones.



Fig. 14.—Portada de la revista TIME dedicada a Francis Daniels Moore (1913-2001).

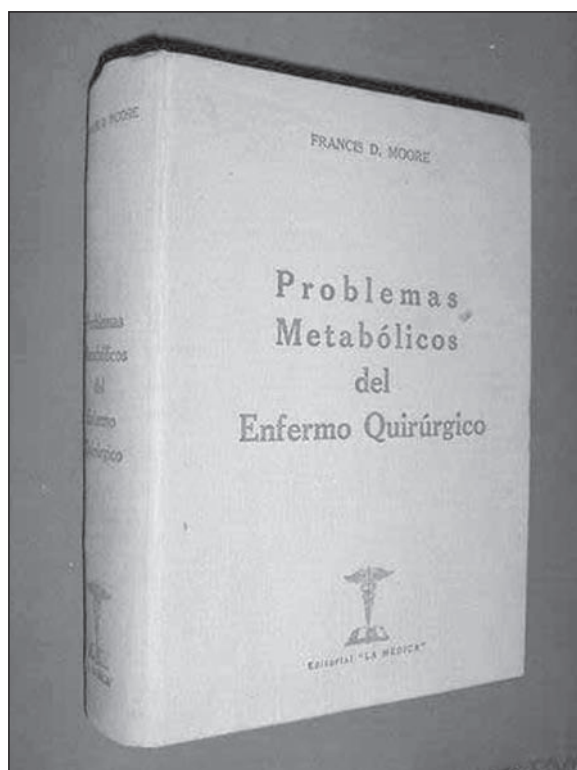


Fig. 16.—Portada del libro Problemas metabólicos del enfermo quirúrgico de Francis Daniels Moore (1913-2001). Este libro se tradujo a muchos idiomas, revolucionando el enfoque de los pacientes quirúrgicos.



Fig. 15.—Noticia sobre la Segunda Reunión Científica de la SENPE, aparecida en la revista Jano en mayo de 1980.

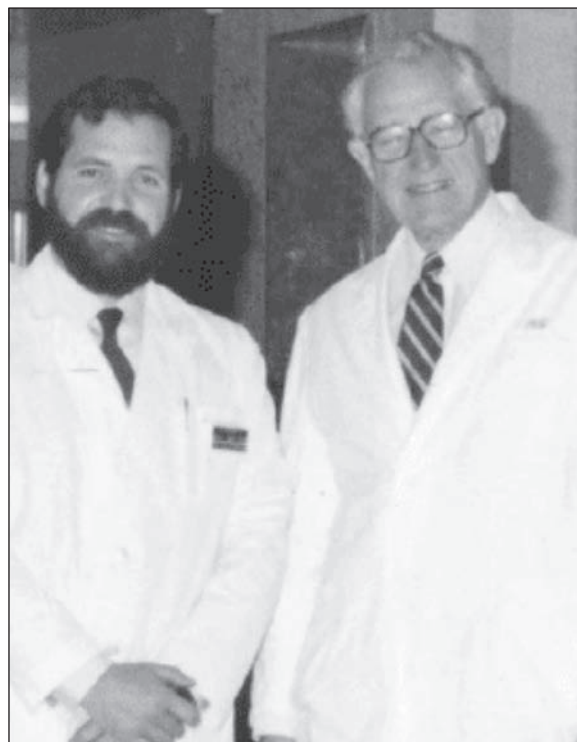


Fig. 17.—El doctor Francis Daniels Moore (1913-2001) y Jesús Manuel Culebras Fernández en 1980, cuando este último ocupaba el cargo de secretario de SENPE.



Fig. 18.—En el marco del Congreso de la American Society of Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN) en Houston (Texas), celebrado en 1978, aparecen Jesús Manuel Culebras Fernández y Tomás Caparrós Fernández de Aguilar, miembros de la Junta Provisional de SENPE (el primero como presidente y el segundo como tesorero), acompañando al doctor Stanley J. Dudrick, presidente del Congreso de ASPEN.

mula del asociacionismo científico, y en concreto con la creación de una Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral, como se acabó institucionalizando en nuestro país el recurso terapéutico que representa el campo de la nutrición artificial. Jesús Culebras, en el editorial del primer Boletín de SENPE, revista que antecedió a la actual NUTRICION HOSPITALARIA, decía: “La nutrición parenteral es una ciencia que está en sus comienzos y por ello permite fácilmente alcanzar los conocimientos de vanguardia. Y una vez situados en vanguardia sólo es preciso esforzarse un poco en el trabajo, y hacerlo bien, para poder contribuir al desarrollo posterior”¹⁵.

Sitges Creus, otro de los pioneros de la nutrición artificial y presidente de la SENPE en 1980 decía, también en el primer boletín de SENPE: “La alimentación parenteral es, sin duda, uno de los mayores avances registrados en el tratamiento de los enfermos quirúrgicos, especialmente de aquellos que sufren un proceso del aparato digestivo [...] Hace muy pocos años la idea no hubiera sido realizable porque el campo de la nutrición había quedado acotado por los bioquímicos entregados a los estudios de química fisiológica e ignorado por los clínicos, especialmente por los cirujanos [...] Los avances técnicos experimentados en la administración de las soluciones nutritivas por vía intravenosa avivaron el interés de los clínicos por la dimensión nutricional o metabólica de sus pacientes [...] En una unidad de alimentación parenteral, como todo trabajo en equipo, la labor del médico consiste en el establecimiento de la indicación terapéutica, la elección e instauración de la vía de entrada, la vigilancia del paciente y las medidas de control de la eficacia y riesgos de la terapia [...] las enfermeras preparan las mezclas, vigilan las conexiones, el goteo, la bomba, los cambios de frascos y de apósitos y cuidan de la seguridad y tranquilidad del paciente”¹⁶.

Por su parte, Domingo García Rodríguez, Jefe de Servicio de Farmacia del hospital Ramón y Cajal, a la sazón Representante de la Asociación Española de Farmacia Hospitalaria en SENPE, decía en el mismo Boletín: “La T.P.N. ha sido en los últimos años una terapéutica que ha experimentado un gran desarrollo debido a múltiples factores, entre los cuales ha sido muy importante la posibilidad de la elaboración normalizada de las soluciones o Unidades Nutrientes con medios técnicos adecuados y personal cualificado [...] La dotación de los Servicios de Farmacia en los hospitales de la Seguridad Social hizo que en algunos de ellos se planteara la colaboración de los farmacéuticos en la planificación, montaje y desarrollo de una Unidad de Elaboración de Nutrición Parenteral [...] fórmula magistral por excelencia [...] la creación de la S.E.N.P.E. ha sido un acierto, pues en ella, pensamos, se producirá el encuentro de médicos y farmacéuticos en un campo que les es común y en el que la mutua colaboración sólo tendrá un objetivo: el enfermo”¹⁷.

Agradecimientos

Por su cofinanciación: a la Sociedad del Centro Internacional Virtual de Investigación en Nutrición CIVIN. Al Grupo GADEA (Grupo Alicante de Estudios Avanzados de Historia de la Medicina). Universidades de Alicante y Miguel Hernández. Programa Prometeo de la Generalitat Valenciana para Grupos de investigación de excelencia (Referencia Prometeo II/2014/015).

Proyectos de investigación: Salud Internacional y transferencia del conocimiento científico. Europa, 1900-1975 (HAR2011-23233) y El contexto internacional de las políticas de nutrición y alimentación en la España del desarrollismo, 1959-1975 (HAR2014-51859-C2-2-P). Ministerio de Economía y Competitividad. Gobierno de España.

Los autores agradecen la colaboración en esta exposición a la Universidad de Alicante, el Museo de la Universidad de Alicante, la Universidad Miguel Hernández de Alicante, al Grupo NADYA de SENPE, al grupo CDC.Nutr de SENPE, al Grupo Gadea (Programa Prometeo de la Generalitat Valenciana), a la Conselleria de Sanidad de la Generalitat Valenciana, a la Fundación para el Fomento de la Investigación Sanitaria y Biomédica de la Comunitat Valenciana, a la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral y la Sociedad del Centro Internacional Virtual de Investigación en Nutrición.

Nuestro agradecimiento también al equipo de trabajo conformado por Eduardo Bueno Vergara, Nayara Tamayo Fonseca, Vicente Tomás Górriz, y Eva María Trescastro López; a Stefano Beltrán Bonella y Josep Màrius Gomis Alepuz por su trabajo en el diseño de la exposición y el asesoramiento lingüístico; y a los asesores: Raimundo García García, Miguel León Sanz, José Manuel Montejo y Antonio Pérez de la Cruz.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Referencias

1. Perez de la Cruz AJ. Historia de la Alimentación parenteral: Primera lección Jesús Culebras. *Nutr Hosp.* 2010; 25(5): 695-9. DOI:10.3305/nh.2010.25.5.4830.
2. Caparrós Fernández de Aguilar T. Pasado, presente y futuro de la nutrición clínica en España. *Nutr Hosp.* 2004; 19(1): 2-10.
3. Dudrick SJ, Palesty A. Historical highlights of the development of total parenteral nutrition. *Surg Clin North Am.* 2011; 91(3): 693-717. DOI: 10.1016/j.suc.2011.02.009.
4. Harckness L. The history of enteral nutrition therapy: from raw eggs and nasal tubes to purified amino acids and early postoperative jejunal delivery. *J Am Diet Assoc.* 2002; 102(3): 399-404.
5. Meng HC. History and basic concepts of parenteral nutrition. *Acta Chir Scand Suppl.* 1976; 466: 2-5.
6. Vars HM. Early research in parenteral nutrition. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 1980; 4(5): 467-8.
7. Vinnars E, Wilmore D. History of Parenteral Nutrition. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2003; 27(3): 225-31.
8. Elman R. Amino acid content of the blood following intravenous injection of hydrolysed casein. *Exp Biol Med* (Maywood). 1937; 437-40.
9. Wretling A. The pharmacological basis for the use of fat emulsions in intravenous nutrition. *Acta Chir Scand Suppl.* 1964; 325(Suppl 325): 31-42.
10. Edgren B, Hallberg D, Hakansson I, Meng HC, Wretling A. Long-term tolerance study of two fat emulsions for intravenous nutrition in dogs. *Am J Clin Nutr.* 1964; 14: 28-36.
11. Dudrick SJ, Wilmore DW, Vars HM, Rhoads JE. Long-term total parenteral nutrition with growth, development, and positive nitrogen balance. *Surgery.* 1968; 64(1): 134-42.
12. Moore FD, Ball MR, Codding MB. The metabolic response to surgery. Springfield, IL: Charles C Thomas; 1952.
13. Moore FD. Metabolic care of the surgical patient. Philadelphia: WB Saunders Co; 1959.
14. Culebras JM. Francis D Moore: Cirujano, maestro y líder. Valladolid: Ed Sever-Cuesta; 2008.
15. Culebras Fernández JM. Editorial. La SENPE *Boletín de la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral.* 1979; 1: 3-4.
16. Sitges Creus A. Editorial. *Boletín de la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral.* 1979;1:6-7.
17. García D. El farmacéutico y la nutrición parenteral. *Boletín de la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral.* 1979; 1: 8-9.



Artículo especial / Parte 2

HISTORIA DE LA NUTRICIÓN CLÍNICA ESPAÑOLA (2): La contribución de SENPE y de la revista *Nutrición Hospitalaria*

Josep Bernabeu Mestre¹, Rosa Ballester Añón², Carmina Wanden-Bergue Lozano³,
Ángeles Franco López⁴, Jesús M. Culebras⁵, Javier Sanz Valero²; Grupo CDC-Nut SENPE

¹Departamento de Enfermería Comunitaria, Medicina Preventiva y Salud Pública e Historia de la Ciencia. Universidad de Alicante. ²Departamento de Salud Pública, Historia de la Ciencia y Ginecología. Universidad Miguel Hernández. ³Fundación para el Fomento de la Investigación Sanitaria y Biomédica de la Comunitat Valenciana (Fisabio). Hospital General de Alicante. ⁴Servicio de Radiología. Hospital Universitario de Sant Joan d'Alacant, Alicante. ⁵Miembro de la Real Academia de Medicina y Cirugía de Valladolid. Presidente de Honor de SENPE y Director de Nutrición Hospitalaria. España.

(Nutr Hosp. 2015;32:1853-1871)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9786

Resumen

Se aborda la aportación que ha realizado la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral (SENPE) a la nutrición clínica, a través del análisis de los principales elementos que han configurado su proyecto de asociacionismo científico: los inicios y el contexto científico y asistencial que determinó su puesta en marcha, las características y la evolución de los socios y de las juntas directivas, los congresos y las reuniones científicas organizadas, la importancia que ha adquirido la revista *Nutrición Hospitalaria* como referente para la comunicación científica en el ámbito de las ciencias de la nutrición y las actividades encaminadas a promover la investigación y la formación continuada (grupos de trabajo, publicaciones, etc.).

Los inicios de la SENPE

La Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral (SENPE) fue creada en noviembre de 1977 (Fig. 1 y 2). El principal objetivo era mejorar la calidad asistencial de los pacientes médicos y quirúrgicos que se podían beneficiar de aquellas innovaciones terapéuticas. El carácter interdisciplinar de la nueva asociación y la voluntad de trabajar en equipo se vio reflejada en el elenco de profesionales llamados a formar parte de la misma: “cirujanos, intensivistas, pediatras, dietólogos, farmacéuticos, bioquímicos y A.T.S. especializados”. Junto al fomento del conocimiento y la investigación en el ámbito de la nutrición parenteral y enteral a través de la organización de reuniones, cursos y congresos o la edición de publicaciones, SENPE se propuso incentivar la creación de equipos hospitalarios multidisciplinares de nutrición parenteral y establecer contactos con otras sociedades cien-

Correspondencia: Josep Bernabeu Mestre.
Departamento de Enfermería Comunitaria, Medicina Preventiva y
Salud Pública e Historia de la Ciencia.
Universidad de Alicante.
Apartado de Correos 99. 03080, Alicante.
E-mail: josep.bernabeu@ua.es

Recibido: 18-VIII-2015.

Aceptado: 19-IX-2015.

Segunda parte del texto y fotografías de la exposición HISTORIA DE LA NUTRICIÓN CLÍNICA ESPAÑOLA: LA CONTRIBUCIÓN DE LA SENPE, presentada los días 6 a 12 de mayo de 2015 en Alicante, con ocasión de la celebración del XXX Congreso Nacional de la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral (SENPE).

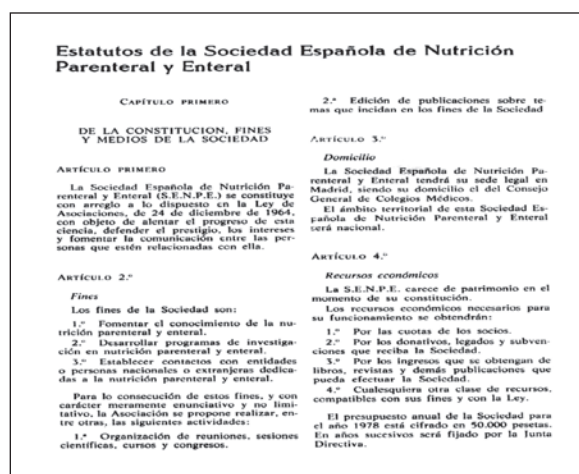


Fig. 1.—Estatutos de la SENPE (primera página). Estaban firmados por Jesús Culebras Fernández e Isaac Capela Fernández y fueron visados por el Ministerio del Interior el 3 de noviembre de 1977

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NUTRICIÓN PARENTAL Y ENTERAL

Entrevista con el **Dr. Culebras**, primer Presidente de la nueva Sociedad

"ESTAS DOS MODALIDADES TERAPEUTICAS HAN PROGRESADO ESPECTACULARMENTE"

UNA NUEVA SOCIEDAD

—Dr. Culebras, ¿Cuál ha sido el motivo de la fundación de la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral (SENPE)?

—La nutrición parenteral constituye hoy día una modalidad terapéutica que, día a día, mejora la calidad de asistencia prestada a un amplio número de pacientes médicos y quirúrgicos. La nutrición enteral, a su vez, constituye el eslabón intermedio entre la alimentación parenteral y la oral. Para realizar una nutrición parenteral adecuada son precisos conocimientos básicos sobre metabolismo y nutrición, que, por regla general, el médico los tiene olvidados.

La nutrición parenteral hoy día no debe considerarse como tema de una sola persona, sino que debe entenderse como labor de un equipo de personas que forman parte de equipos interdisciplinarios, clínicos, farmacéuticos y biológicos. En un futuro habrá que contar con enfermeras especialmente interesadas en la materia, que es el tema de las reuniones científicas de las sociedades ya existentes, así como a un sector de personas interesadas. El interés de tantas especialidades diferentes en nutrición parenteral y enteral justifica la constitución de nuestra sociedad, cuyos fines específicos son: fomentar el conocimiento de la nutrición parenteral y enteral, fomentar la creación de equipos que funcionen a nivel hospitalario, establecer relaciones científicas interhospitalarias, desarrollar programas de investigación y establecer contactos con sociedades similares de otros países.

JUNTA DIRECTIVA

—¿Quiénes son los componentes de la Junta Directiva provisional?

—Presidentes, me han elegido a mí. Los vocales son: Dr. Antonio Aguado Matos, Dr. D. Alfredo Badía de Velasco, Prof. D. José Cabezas Cerrato, Dr. D. Domingo García Rodríguez, Prof. D. Enrique Rojas Hidalgo, Prof. D. Manuel Serrano



Ríos, Dr. D. Simon Schwartz, Dr. D. Isaac Capela Fernández y Dr. D. Tomás Capelas Fernández. Aquellos siendo socios dos últimos Secretario y Tesorero respectivamente.

PRESENTE Y FUTURO

—¿Cuál es el presente y el futuro de la nutrición parenteral y enteral?

—Estas dos modalidades terapéuticas han progresado de manera espectacular en los últimos diez años. Hoy día puede decirse que son temas de moda. En los últimos meses han sido tema de estudio en el Congreso Nacional de Anestesiología, celebrado en el año pasado en septiembre, en la Reunión Anual de Farmacología de Hospitales en La Manga en octubre y también están programados para el próximo Congreso Mundial de Gastroenterología que se celebrará en Madrid en junio de 1978. Además se han celebrado varios cursos sobre nutrición parenteral y enteral en Madrid y Barcelona, todos ellos con notable éxito. Por último, en el futuro, he de destacar los esfuerzos que se están haciendo para reducir las complicaciones de algún modo las complicaciones que de momento se resigaban a veces de nuestro control.

—¿Quiere añadir alguna cosa más?

—Quiero hacer una llamada a todos aquellos personas de algún modo vinculadas a la nutrición parenteral y enteral para que se pongan en contacto con la SENPE y nos presenten su colaboración y sus sugerencias para constituir una Sociedad realmente eficaz. Pueden dirigirse a SENPE, Apartado de Correos 50090.

Secretarios: Isaac Capela (Hospital Ramón y Cajal, Madrid).
Tesorero: Tomás Capelas (Fundación Jiménez Díaz, Madrid).
Vocales: Antonio Aguado Matos (Hospital La Paz, Madrid).
Alfredo Badía (Fundación Jiménez Díaz, Madrid).
Domingo García Rodríguez (Fundación Ramón y Cajal, Madrid).
Enrique Rojas Hidalgo (Clínica Puerta de Hierro, Madrid).
Manuel Serrano Ríos (Hospital Ramón y Cajal, Madrid).
Simon Schwartz (Hospital Valdeleón, Barcelona).

Boletín de la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral

NUMERO 1

MAYO 1979

SUMARIO

	Páginas
La SENPE. Dr. J. M. Culebras Fernández	3
Editorial. Prof. A. Núñez Puertas	5
Editorial. Prof. A. Siges Creus	6
El farmacéutico y la nutrición parenteral. Dr. D. García Rodríguez	8
Estatutos de la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral	11
Relación de miembros de la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral	15
Noticias	17

PRIMERA REUNION NACIONAL DE LA SENPE.

Bienvenida. Dr. J. Zaldumbide Amézaga	22
Programa científico y social	23
Resúmenes de las comunicaciones presentadas	25

Graficas Orbe. S. L., Padilla. 82. Madrid—1979

Fig. 3.—Sumario del primer número del Boletín de la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral.

Fig. 2.—Entrevista a Jesús Culebras en Noticias Médicas (15 de noviembre de 1977). Además de anunciar la puesta en marcha de SENPE y sus objetivos, se hacía pública la composición de la primera junta (provisional) de la nueva Sociedad

tíficas, como la American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN) o la European Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ESPEN). A lo largo de su primer año de existencia la SENPE celebró una sesión interhospitalaria, un ciclo de conferencias sobre composición corporal y nutrición parenteral, que fue impartido por el profesor Lesser de la Universidad de Nueva York, y un Symposium Internacional sobre Nutrición Parenteral, además de participar en el VI Congreso Mundial de Gastroenterología que se celebró en Madrid con una mesa redonda sobre fuentes calóricas en nutrición parenteral y presentar 32 comunicaciones libres relacionadas con dicha temática. (Figs. 3-6). En la tabla I se recoge la relación de los socios fundadores.

El perfil y la evolución de los socios de SENPE

A lo largo de los treinta y siete años de existencia de SENPE, han tenido relación con la misma un total de 1.096 socios. Se trata de un colectivo que se caracteriza por su interdisciplinariedad, aunque seis especialidades reúnen a más del 60%: farmacéuticos (15,5%), dietistas-nutricionistas (12,3%), endocrinología (12,3%),

NOTICIAS

PRIMER CONGRESO EUROPEO DE NUTRICIÓN PARENTAL Y ENTERAL

(Estocolmo, Suecia, del 2 al 5 de septiembre de 1979)

Comité organizador:

O. Schubert (presidente).
E. Vinnars (secretario general).
J. Wahren (tesorero).

Comité asesor internacional

G. Kleinberger (Austria).
K. Steinbreithner (Austria).
A. Bremer (Bélgica).
Y. A. Carpentier (Bélgica).
S. Jarnum (Dinamarca).
F. W. Ahnfeldt (Alemania).
L. Heller (Alemania).
K. Peter (Alemania).
M. Aarimas (Finlandia).
F. Deligne (Francia).
C. Ricour (Francia).
J. M. Culebras (España).
A. Siges Creus (España).
C. Solassol (Francia).
R. I. C. Westrop (Holanda).

P. P. Soeters (Holanda).
G. Agolini (Italia).
R. Dionigi (Italia).
H. C. Boreesen (Noruega).
D. Schwander (Suiza).
R. Clark (Inglaterra).
H. Dowling (Inglaterra).
H. Lee (Inglaterra).

PROGRAMA CIENTIFICO

El programa científico del Primer Congreso Europeo de Nutrición Parenteral y Enteral consta de seis simposios, varias sesiones de comunicaciones sobre los temas de los simposios y comunicaciones libres, sesiones de cine científico, sesiones de poster y dos seminarios, dirigidos éstos especialmente hacia enfermeras y dietistas.

SIMPÓSIOS

Simposio núm. 1: «Metabolismo de los carbohidratos en situaciones de trauma». Presidentes: E. R. Froese (Suiza) y J. Wahren (Suecia). Ponentes: P. Felig (U.S.A.), H. B. Storer (Inglaterra) y D. Wilmon (U.S.A.).

Simposio núm. 2: «Carbohidratos en nutrición parenteral». Presidentes: A. Grunert (Alemania) y H. Joyeux (Francia). Ponentes: K. H. Bassler (Alemania), A. Luteneg

Fig. 4.—Programa del Primer Congreso Europeo de Nutrición Parenteral y Enteral (Estocolmo, Suecia, del 2 al 5 de septiembre de 1979), aparecido en el primer número del Boletín de la SENPE (Mayo de 1979). Formaban parte del Comité Asesor Internacional, el presidente y secretario de la SENPE, Antonio Siges Creus y Jesús M. Culebras Fernández.

Tabla I <i>Relación de miembros fundadores de SENPE en 1979 y miembros de honor</i>	
<i>Presidente de honor de la SENPE</i>	
Jesús Manuel Culebras Fernández	
<i>Socios de honor de la SENPE</i>	
Antonio Aguado Matorras	Francis Daniels Moore
Abelardo García de Lorenzo y Mateos	Antonio Sitges Creus
Fernando González Hermoso	Guillermo Vázquez Mata
Santiago Grisolfá García	Juan Voltas Baró
Javier Zaldumbide Amézaga	
<i>Relación de miembros fundadores de la SENPE. Mayo 1979</i>	
Aguado Matorras, Antonio	Ibanez Fuentes, Joaquín
Alberola Gómez Escolar, Carmen	Jaureguizar Monereo, Enrique J.
Álvarez Caperochipi, Javier	Jaurrieta Mas, Eduardo
Anaya Turrientes, Milagros	Liste Jiménez, David
Badia Yébenes, Alfredo	Llamas Zuñiga, Pilar
Banet Díaz, Ramón	Marqués Villacampa, Gabriel
Barrio Corrales, Francisco	Méndez Martín, Antonio
Cabezas-Cerrato, José	Mendoza Haya, M ^a Luisa
Calvo Cano, María	Mirelis Otero, Elisa
Conesa Ingles, Angel	Muñoz Merino, M ^a Isabel
Capela Fernández, Isaac	Ochoa Mejias, Ramón
Castilla Pertiñez, Ramón	Ordas Fernández, M ^a Blanca
Cobo Rodríguez-Pelaez, Gregorio	Paniagua Domínguez, Isabel
Coronas Alonso, Ramón	Pérez Gallardo, Antonio
Corporan Gómez, Ricardo D.	Pizarro de Celis, Francisco J.
Culebras Fernández, Jesús M.	Rodríguez-Galindo González, José R.
Díaz González, Avelino	Rodríguez García, Angel
Díez Pardo, Juan	Rodríguez López, Alberto
Díez Santesteban, M. Cruz	Rodríguez Pozo, Angel
Enriquez Valens, Pablo	Rojas Hidalgo, Enrique
Ezquerria Larreina, Rafael	Salvador Sanchís, José L.
García Almansa, Abraham	Salvador Garzón, Julián José
García Alonso, Leopoldo	Sastre Gallego, Ana
García Aranguet, Luisa	Serrano Ríos, Manuel
García de Lorenzo, Abelardo	Sitges Creus, Antonio
García Ramos, Salvador	Soler Montero, Ambrosio
García Rodríguez, Domingo	Tomás Ros, Evaristo
González Sánchez, Antonio	Vara, Carlos
Gras Treviño, Miguel	Vázquez Iglesias, José L.
Henriquez de Gaztañondo, Carlos A.	Villares García, M ^a Carmen
Hernández Rodríguez, M Carmen	Zaldumbide Amezaga, Javier
Herreros de Tejada Corterillas, Alberlo	



Fig. 5.—Logo de la American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN). La ASPEN fue fundada en 1976.



Fig. 6.—Logo de la European Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ESPEN) fundada formalmente en 1980 aunque inició sus actividades en 1979 con la celebración del Primer Congreso Europeo de Nutrición Parenteral y Enteral.

intensivistas (11,6%), enfermería (7,2%) y cirugía (5%) (Fig. 7 y 8). Al analizar la evolución del número de socios por años, se observa un primer período de crecimiento sostenido hasta 1997 en que se alcanzó el máximo, con 550 asociados (Fig. 9). Entre esta fecha y 2001 (336 afiliados) la sociedad vio disminuido el volumen de sus miembros, para iniciar un período de recuperación que ha continuado hasta la actualidad (440 socios en 2014). Este último incremento se debió fundamentalmente a la incorporación de dietistas-nutricionistas, coincidiendo con la incorporación masiva de dicha especialidad al ámbito universitario. También se ha producido, en consonancia con lo ocurrido en la mayoría de las ciencias de la salud, una progresiva feminización de los socios de SENPE (Fig. 10).

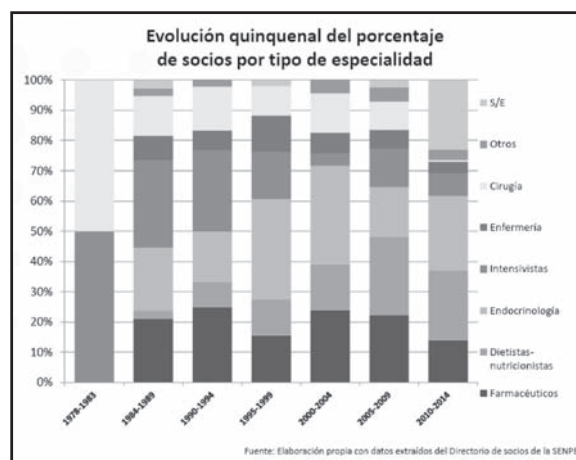


Fig. 7.—Histograma con la evolución del número de socios por las principales especialidades y quinquenios.

Las juntas directivas de SENPE, 1977-2015

Han colaborado en las tareas directivas de SENPE un total de sesenta y ocho socios (Tabla II y Tabla IV y Fig. 11 a-q). A pesar de la progresiva feminización que ha experimentado la Sociedad (en 2001 las socias ya suponían más del 50%), la representación de las mujeres en las juntas directivas ha sido minoritaria y sólo se ha incrementado en la última etapa en el caso de las vocalías, donde para todo el período representan el 50%. En el resto de responsabilidades de dirección su presencia es testimonial y no han ocupado nunca la presidencia de SENPE. Hay que destacar, así mismo, el papel activo de un núcleo destacado de socios que ha ocupado diversos cargos directivos, alcanzando la mayoría de ellos la presidencia de la Sociedad.

Tabla II
Histórico de juntas directivas de la SENPE

<i>Vicepresidencia</i>	<i>Secretaría</i>	<i>Tesorería</i>
Juan Gómez Rubí (1980)	Isaac Capela Fernández (noviembre de 1977)	Tomás Caparros Fernández de Aguilar (noviembre de 1977)
Lucas Picazo Sotos (1991)	Jesús Culebras Fernández (1980-1981)	Domingo García Rodríguez (1980-1981)
Alfredo García Iglesias (1992)	Sebastián Celaya Pérez (1990-1997)	Carlos Ortiz Leyba (1991)
Crisanto Ronchera Oms (1994-1995)	Miguel León Sanz (1998-2005)	Gonzalo Laguen Sahún (1992-1994)
Abelardo García de Lorenzo (1996-2001)	Juan Carlos Montejo González (2004-2013)	Jesús Sánchez Nebra (1995-1999)
Miguel León Sanz (2004-2009)	Rosa Burgos Peláez (2014-2015)	Mireia Farriol Gil (2000-2005)
Mercé Planas Villa (2010-2013)		Pedro Marsé Millá (2004-2013)
Carmen Sánchez Álvarez (2014-2015)		Mercedes Cervera Peris (2014-2015)

Las reuniones y los congresos de SENPE

A lo largo de su trayectoria, SENPE ha organizado un total de seis reuniones científicas y treinta congresos (Tabla III y Fig. 12). Estos eventos se han convertido en



Fig. 8.—Histograma con la evolución del número de socios por año y sexo.

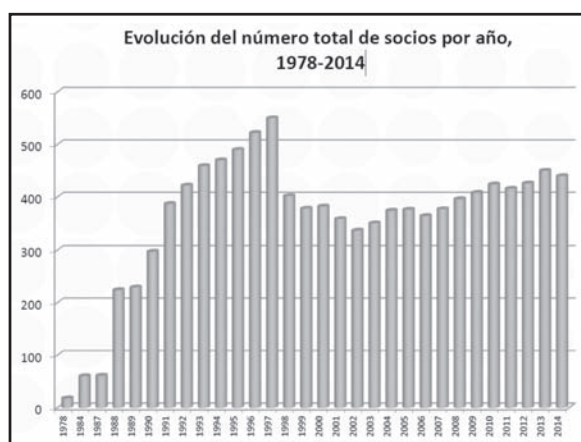


Fig. 9.— Histograma con la evolución del número de socios por año.

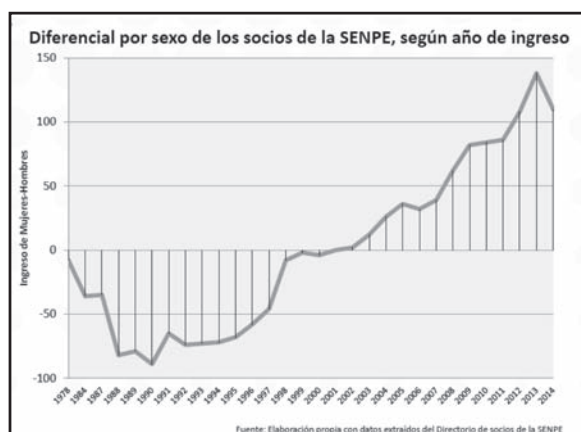


Fig. 10.—Diferencial por sexo de los socios de la SENPE, según año de ingreso.

Tabla III
Reuniones y congresos senpe 1979-2015

<i>Reunión</i>	<i>Año</i>	<i>Lugar</i>
I Reunión SENPE	1979	Bilbao
II Reunión SENPE	1980	Barcelona
III Reunión SENPE	1981	Pamplona
IV Reunión SENPE	1982	Santiago de Compostela
V Reunión SENPE	1983	Sevilla
VI Reunión SENPE	1984	Madrid
I Congreso Nacional SENPE	1985	León
II Congreso Nacional SENPE	1986	Granada
III Congreso Nacional SENPE	1987	Bilbao
IV Congreso Nacional SENPE	1988	Puerto de la Cruz
V Congreso Nacional SENPE	1989	Zaragoza
VI Congreso Nacional SENPE	1990	Palma de Mallorca
VII Congreso Nacional SENPE	1991	Santander
VIII Congreso Nacional SENPE	1992	Cádiz
IX Congreso Nacional SENPE	1993	A Coruña
X Congreso Nacional SENPE	1994	Sevilla
XI Congreso Nacional SENPE	1995	Madrid
XII Congreso Nacional SENPE	1996	Barcelona
XIII Congreso Nacional SENPE	1997	Zaragoza
XIV Congreso Nacional SENPE	1998	Alicante
XV Congreso Nacional SENPE	1999	Las Palmas de Gran Canaria
XVI Congreso Nacional SENPE	2000	Madrid
XVII Congreso Nacional SENPE	2001	Granada
XVIII Congreso Nacional SENPE	2002	León
XIX Congreso Nacional SENPE	2003	Murcia
XX Congreso Nacional SENPE	2004	Salamanca
I Congreso FESNAD	2005	Madrid
XXI Congreso Nacional SENPE	2006	Palma de Mallorca
XXII Congreso Nacional SENPE	2007	Sevilla
XXIII Congreso Nacional SENPE	2008	Valencia
XXIV Congreso Nacional SENPE	2009	Vigo
XXV Congreso Nacional SENPE	2010	Badajoz
XXVI Congreso Nacional SENPE	2011	Girona
XXVII Congreso Nacional SENPE	2012	Madrid
XXVIII Congreso Nacional SENPE	2013	Oviedo
XXIX Congreso Nacional SENPE	2014	Murcia
XXX Congreso Nacional SENPE	2015	Alicante

un referente para presentar y debatir los resultados de investigaciones relacionadas con la nutrición clínica. Su carácter itinerante ha permitido mostrar la importancia de dicha problemática en los lugares donde se han organizado, y despertar el interés de otros profesionales y de los medios de comunicación hacia la nutrición parenteral y enteral. La evolución de los conocimientos sobre estas materias y los retos planteados se han ido plas-

mando en los programas de los sucesivos congresos, a la par que se incrementaba el número de congresistas y mejoraba la calidad científica de las comunicaciones y de las actividades programadas. Hay que destacar, así mismo, el papel desempeñado por SENPE en la organización de los congresos de la Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD).

Tabla IV
Histórico de juntas directivas de la SENPE (Continuación)

<i>Vocales</i>		
(Noviembre de 1977)	(1996-1997)	(2009)
Antonio Aguado Matorras Alfredo Badía Yebenes Domingo Cabezas Cerrato Enrique Rojas Hidalgo Manuel Serrano Ríos Simón Schwartz Riera	Antonio Sitges Serra Carmen Villares García Sergio Ruiz Santana Eduarne Díaz Belacortu	Pedro Pablo García Luna Guadalupe Piñeiro Corrales Magdalena Jiménez Sanz Mercé Planas Vila Cleofé Pérez Portabella
(1980)	(1998-1999)	(2010-2011)
Francisco Javier Belda Nacher Luis Lassaletta Garbayo Rafael Vara Thorbeck Javier Zaldumbide Amazaga	Sergio Ruiz Santana Eduarne Díaz Belacortu Simón Schwartz Riera Pedro Pablo García Luna Francisco Javier Ordoñez González	Pedro Pablo García Luna Guadalupe Piñeiro Corrales Magdalena Jiménez Sanz Julia Álvarez Hernández Cleofé Pérez Portabella
(1981)	(2000-2001)	(2012-2013)
Javier Zaldumbide Amazaga Héctor Ortíz Hurtado Rafael Vara Thorbeck Francisco Javier Belda Nacher Luis Lassaletta Garbayo Eduardo Jaurrieta Mas	Simón Schwartz Riera Pedro Pablo García Luna Francisco Javier Ordoñez González Jordi Salas Salvadó Herminia Lorenzo Benítez	Julia Álvarez Hernández Lorena Arribas Hortigüela Rosana Ashbaugh Enguidanos Pedro Pablo García Luna Guadalupe Piñeiro Corrales
(1991)	(2002-2003)	(2014-2015)
Purificación Busturia Gimeno Alfredo García Iglesias María Teresa Henríquez Martínez Javier Jiménez Jiménez Gonzálo Laguens Sahún Pilar Sabín Urquía Pedro Marsé Milla Nuria Prim Vilaro	Pilar Sabín Urquía Herminia Lorenzo Benítez Ezequiel Martí Bonmati Mercé Planas Vila Jordi Salas Salvadó	Lorena Arribas Hortigüela Rosana Ashbaugh Enguidanos Miguel Ángel Martínez Olmos Carmina Wanden-Berghe Lozano
(1992-1995)	(2004-2005)	
Purificación Busturia Gimeno María Teresa Henríquez Martínez Javier Jiménez Jiménez Pedro Marsé Milla Mercé Planas Vila Nuria Prim Vilaro Pilar Sabín Urquía Antonio Zarazaga Monzón	Pedro Pablo García Luna Ezequiel Martí Bonmati Magdalena Jiménez Sanz Mercé Planas Vila Anna Pibernat i Tornabel	
(1994-1995)	(2006-2008)	
Miguel Ángel Gassul Duró María Teresa Henríquez Martínez Antonio Pérez de la Cruz Antonio Sitges Sierra Carmen Villares García	Pedro Pablo García Luna Guadalupe Piñeiro Corrales Magdalena Jimenez Sanz Mercé Planas Vila Anna Pibernat i Tornabel	

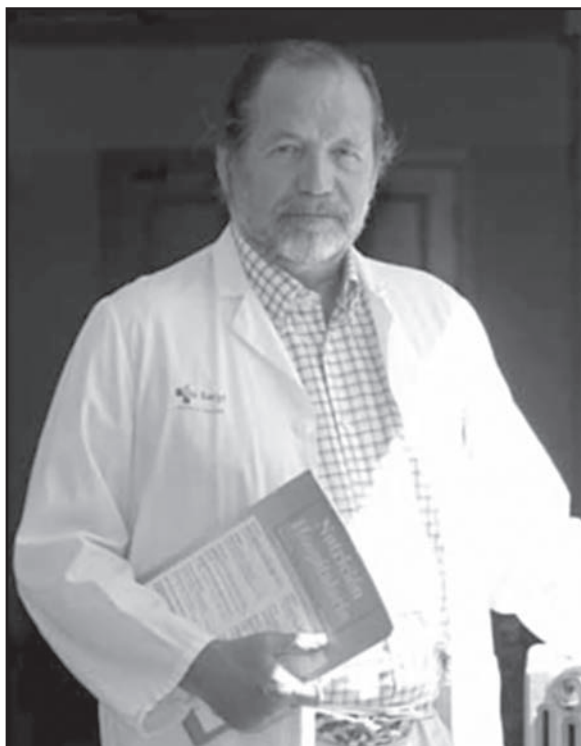


Fig. 11 (a-q).—Relación de presidentes con sus fotos, nombres y apellidos y cronología del mandato.
Fig. 11a.—1977-79 y 1985. Jesús Manuel Culebras Fernández.

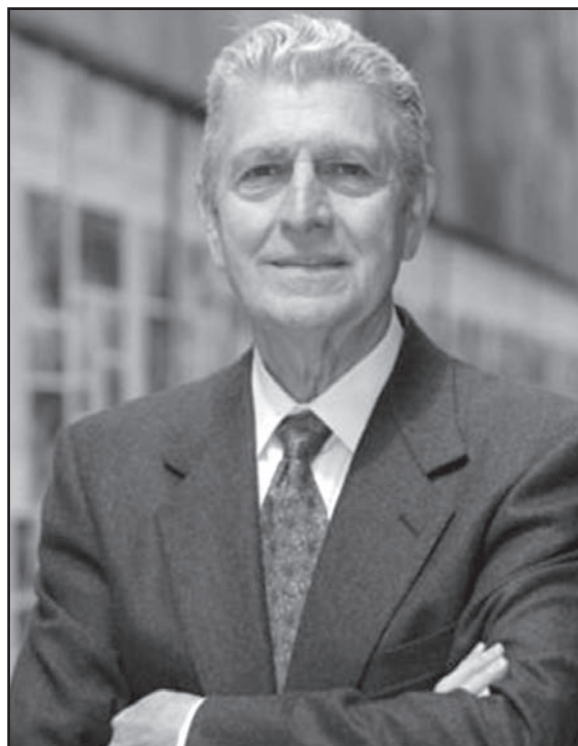


Fig. 11c.—1981 Juan Voltas Baró.



Fig. 11b.—1980 Antonio Sitges Creus.

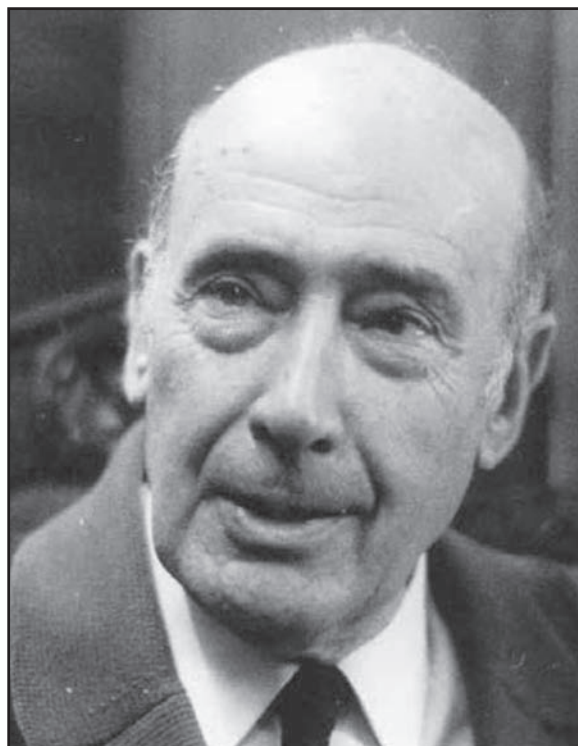


Fig. 11d.—1982 José Luis Puente.



Fig. 11e.—1984 Antonio Aguado Matorras.



Fig. 11g.—1987 Javier Zaldumbide Amézaga.

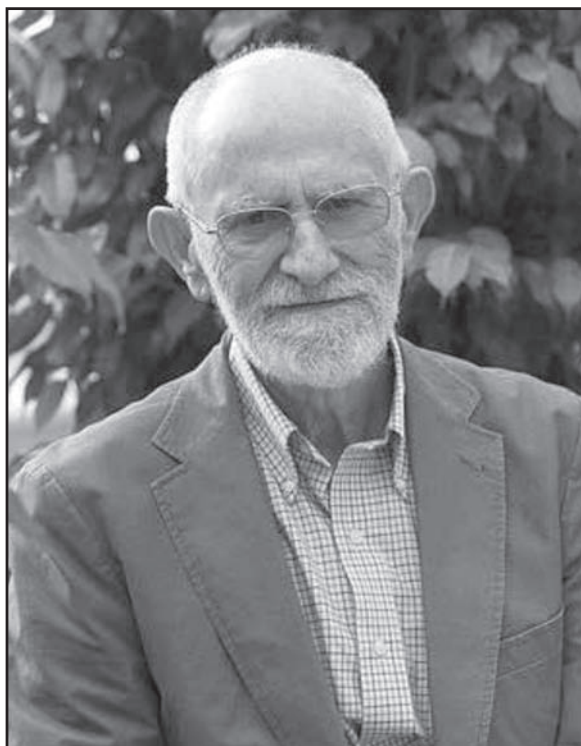


Fig. 11f.—1986 Guillermo Vázquez Mata.



Fig. 11h.—1988 Fernando Gonzalez Hermoso.



Fig. 11i.—1989 Ricardo Lozano Mantecón.



Fig. 11k.—1991 Francisco Javier Ordoñez González.



Fig. 11j.—1990 Pedro Marsé Milla.



Fig. 11l.—1992 Lucas Picazo Sotos.



Fig. 11m.—1993 Alfredo García Iglesias.



Fig. 11o.—1998-2001 Sebastián Celaya Pérez.



Fig. 11n.—1994-1997 Simón Schwartz Riera.



Fig. 11p.—2002-2012 Abelardo García de Lorenzo y Mateos.



Fig. 11q.—2013 Miguel León Sanz.

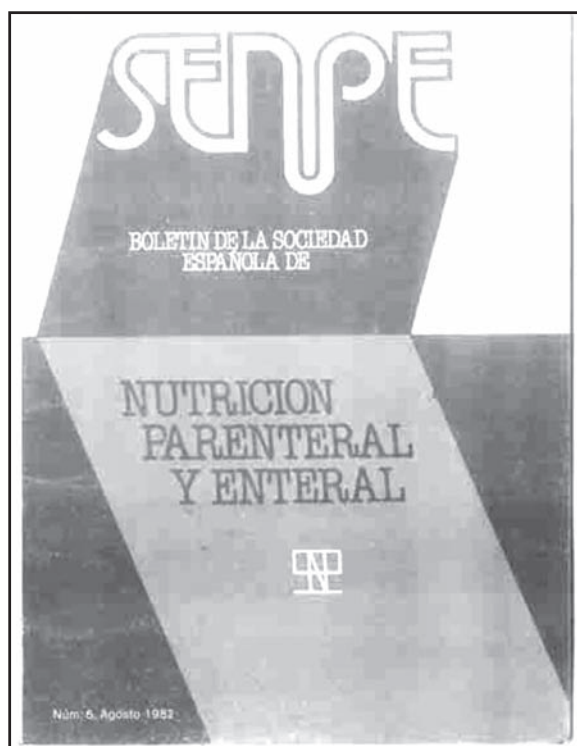


Fig. 13.—Un boletín de SENPE de 1982.



Fig. 12.— Distribución geográfica de las reuniones y congresos de SENPE (1979 – 2015).

La revista de SENPE

La propuesta de crear “una revista sobre Nutrición Parenteral” estuvo presente desde los inicios de SENPE. Tras la publicación de un Boletín entre 1979 y 1983 (Fig. 13), aparecía la Revista de SENPE (1984-1985) (Fig. 14) y como sustitución de esta última, la actual revista de Nutrición Hospita-

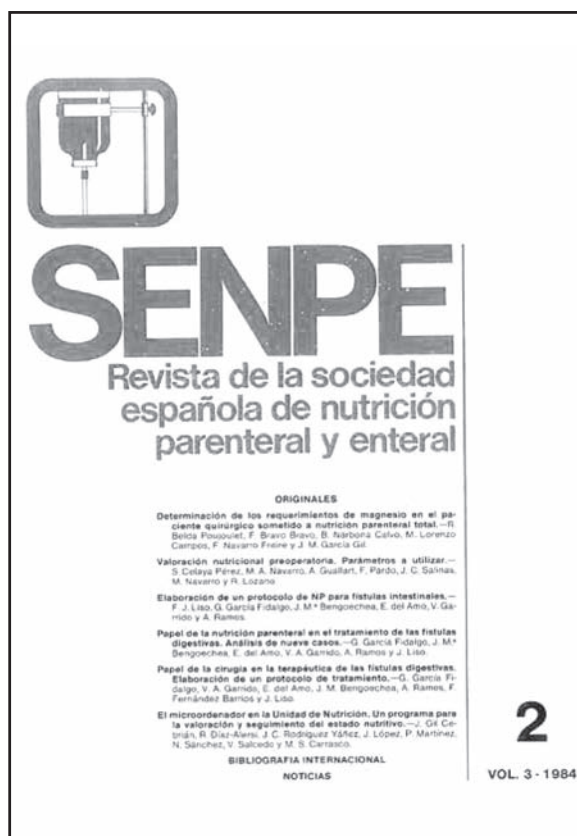


Fig. 14.—Revista de SENPE (1982-1985).

laria (Fig. 15). Coordinada por el doctor Jesús Manuel Culebras Fernández, en su calidad de editor, a lo largo de sus más de 30 años de existencia ha ido mejorando sus parámetros de calidad^{1,2} y ha conseguido incorporarse a repertorios y base de datos tales como Excerpta Medica, MEDLINE³, Chemical Abstracts, Cinhal, Cochrane Plus, Ebsco, IME, IBECS, MEDES, SENIOR, SciELO, Cancerlit, Toxline, Aidsline Health Planning Administration o PubMed. En 2006 fue incluida en la base de datos de Science Citation Index Expanded (SciSearch)⁴ y en 2009 aparecía en el Journal Citation Reports (JCR) con un factor de impacto actual de 1,250 (la 42 en el ranking de revistas de la categoría de Nutrición y Dietética)⁵ (Fig. 16). En 2011, la Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (FECYT) le otorgaba el certificado de Revista Excelente⁶. Además de órgano oficial de difusión de SENPE, también lo es de la Sociedad Española de Nutrición (SEN), de la Federación Latinoamericana de Nutrición Enteral y Parenteral (FELANPE)⁷ y de la Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD)^{8,9}. Hay que destacar, así mismo, la importancia que han adquirido los suplementos que se han ido publicando, muchos de ellos relacionados con los Congresos o con los grupos de trabajo de SENPE (Fig. 17 a-f y Fig. 18 a-h).

La SENPE en la promoción de la investigación y la formación continuada

SENPE, con la colaboración en muchas ocasiones de instituciones públicas, entidades privadas y sociedades científicas, ha impulsado diversas iniciativas dedicadas a promocionar la formación y la investigación en el campo de la nutrición clínica y más específicamente en el ámbito de la nutrición artificial. Hay que destacar la convocatoria de premios y becas (Fig. 19), la creación de foros de debate y mesas de trabajo, la publicación de la Revista de Formación Continuada, o el aval otorgado a publicaciones, documentos de consenso, manuales educativos, monografías (Fig. 21 a 30) y actividades formativas como el Máster Virtual de Nutrición Clínica impartido como título propio por la Universidad de Granada (Fig. 20). Desde 2004 cuenta con un Comité Científico Educativo con funciones asesoras para las actividades científicas de la Sociedad (Tabla V). Asimismo, la creación de grupos de trabajo y la publicación de sus resultados, han permitido profundizar en el discurso experto de SENPE y abordar, desde la evidencia científica, los principales retos planteados por la nutrición parenteral y enteral.

Agradecimientos

Por su cofinanciación: a la Sociedad del Centro Internacional Virtual de Investigación en Nutrición

Tabla V
Relación de socios que han formado parte del Comité Científico Educativo de la SENPE

<i>Coordinadoras</i>
Cristina de la Cuerda Compés (2014-)
Julia Álvarez Hernández (2010-2013)
Mercè Planas Vilá (2004-2009)
<i>Secretaría</i>
Alfonso Mesejo Arizmendi (2010-2013)
Pilar Matía Martín (2014-)
<i>Vocales</i>
Julia Álvarez Hernández (2004-2009)
Emma Camarero González (2004-2011)
Mercedes Cervera Peris (2008-2013)
Jesús M. Culebras Fernández (2004-2013)
Cristina de la Cuerda Compés (2012-2013)
Laura Frias Soriano (2010-)
Ángel Gil Hernández (2004-2011)
Carmen Mellado Pastor (2004-2009)
Alfonso Mesejo Arizmendi (2004-2009)
Gabriel Olivera Fuster (2010-2013)
Cleofé Pérez Porabella (2012-)
María Dolores Ruíz López (2012-)
Clara Vaquero Alonso (2014-)

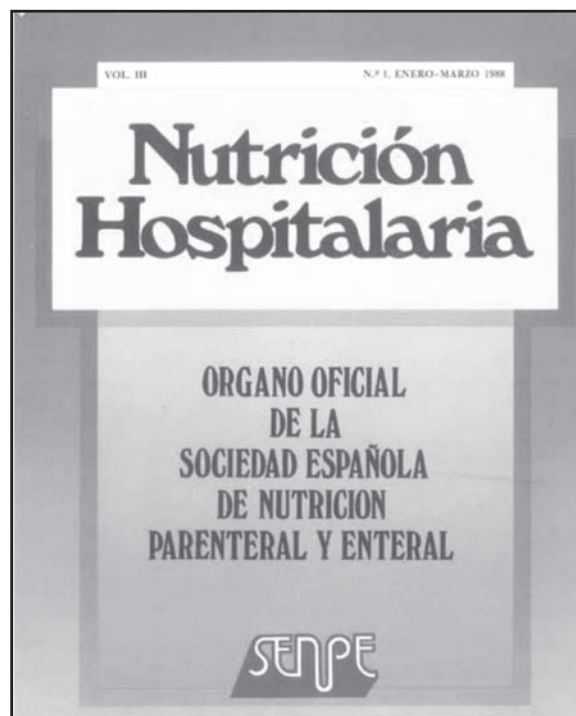


Fig. 15 Revista Nutrición Hospitalaria de 1988.

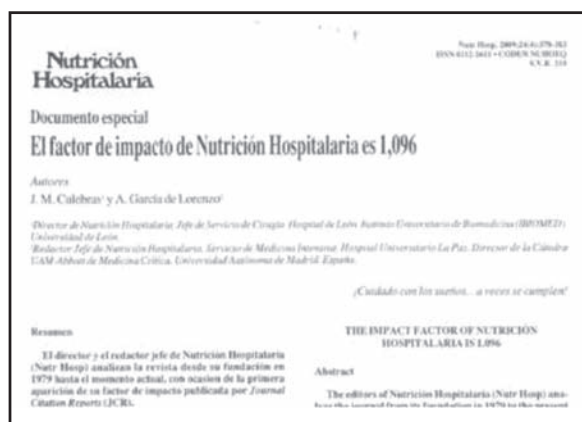


Fig. 16 Primera página del artículo de 2009 donde se notifica el factor de impacto.

CIVIN. Al Grupo GADEA (Grupo Alicante de Estudios Avanzados de Historia de la Medicina). Universidades de Alicante y Miguel Hernández. Programa Prometeo de la Generalitat Valenciana para Grupos de investigación de excelencia (Referencia Prometeo II/2014/015).

Proyectos de investigación: Salud Internacional y transferencia del conocimiento científico. Europa, 1900-1975 (HAR2011-23233) y El contexto internacional de las políticas de nutrición y alimentación en la España del desarrollismo, 1959-1975 (HAR2014-51859-C2-2-P). Ministerio de Economía y Competitividad. Gobierno de España.

Los autores agradecen la colaboración en esta exposición a la Universidad de Alicante, el Museo de la Universidad de Alicante, la Universidad Miguel Hernández de Alicante, al Grupo NADYA de SENPE, al grupo CDC.Nutr de SENPE, al Grupo Gadea (Programa Prometeo de la Generalitat Valenciana), a la Conselleria de Sanidad de la Generalitat Valenciana, a la Fundación para el Fomento de la Investigación Sanitaria y Biomédica de la Comunitat Valenciana, a la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral y la Sociedad del Centro Internacional Virtual de Investigación en Nutrición.

Nuestro agradecimiento también al equipo de trabajo conformado por Eduardo Bueno Vergara, Náyara Tamayo Fonseca, Vicente Tomás Górriz, y Eva María Trescastro López; a Stefano Beltrán Bonella y Josep Màrius Gomis Alepuz por su trabajo en el diseño de la exposición y el asesoramiento lingüístico; y a los asesores: Raimundo García García, Miguel León Sanz, José Manuel Montejó y Antonio Pérez de la Cruz.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

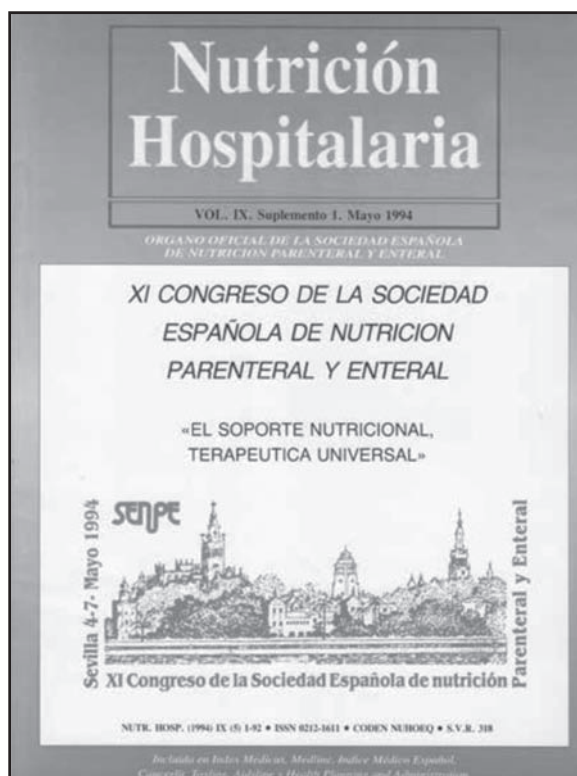


Fig. 17 a-f Portada de suplementos de congresos de algunos años. Fig. 17a.— Sevilla 1994.

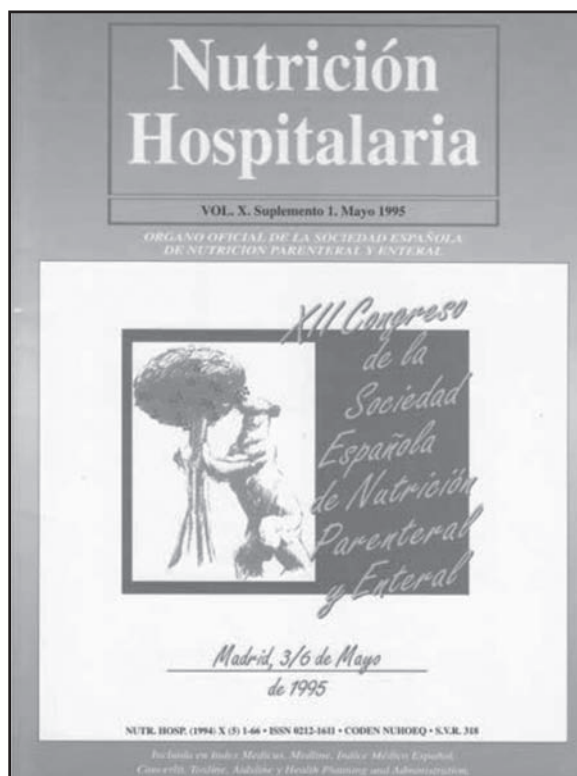


Fig. 17b.— Madrid 1995.

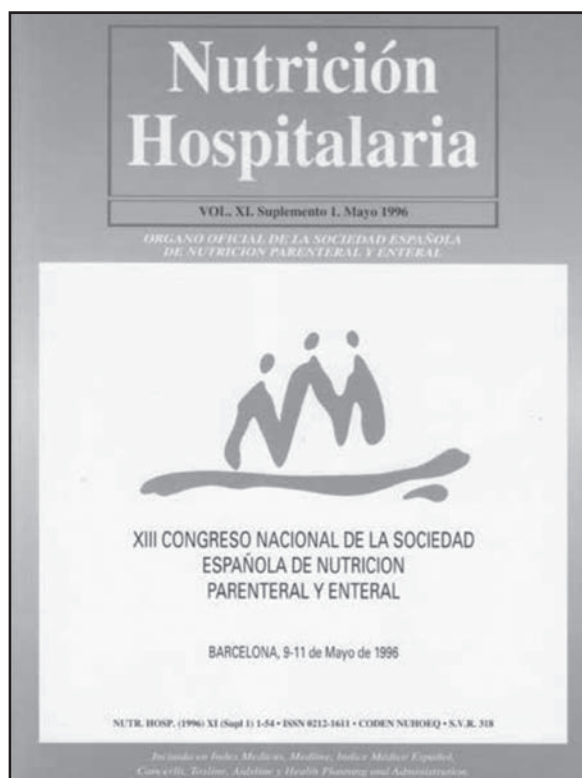


Fig. 17c.—Barcelona 1996.

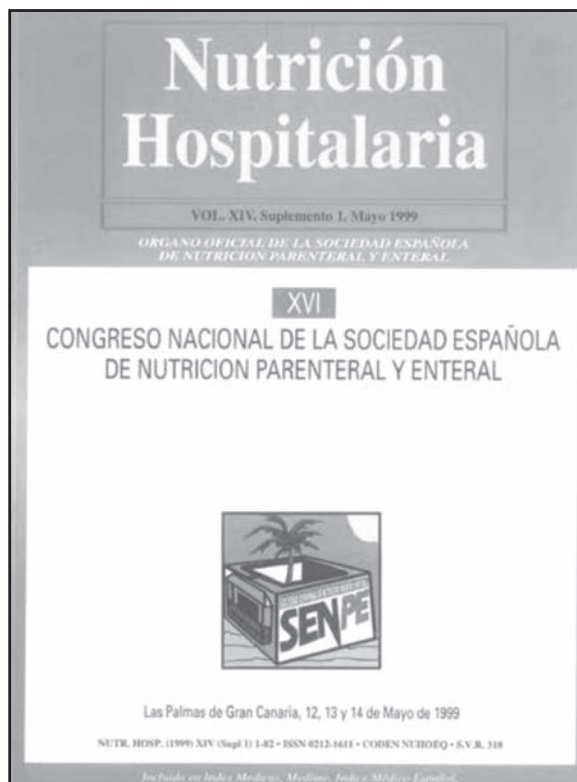


Fig. 17e.—Las Palmas de Gran Canaria 1999.

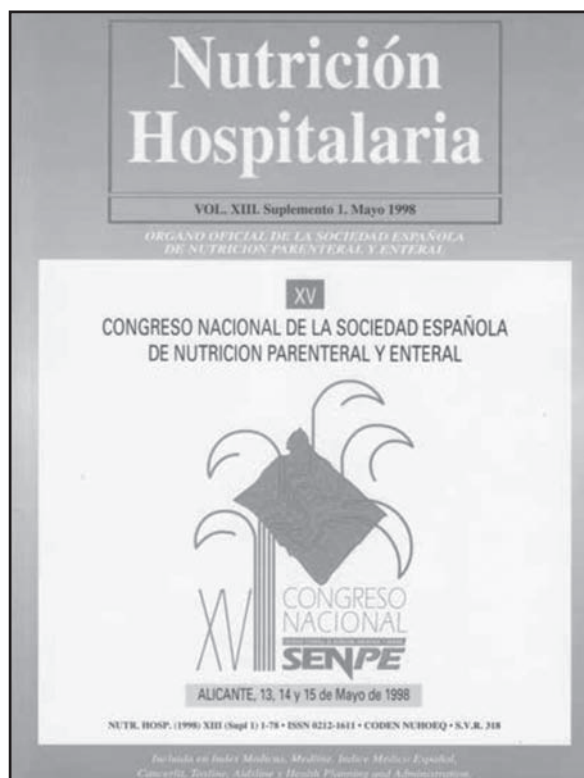


Fig. 17d.—Alicante 1998.



Fig. 18 a-h.—Los carteles de los congresos:
Fig. 18a.—XVIII Leon 2002 (conjuntamente con la IX Reunión de la SEN).



Fig. 18b.—XXII Sevilla 2007.



Fig. 18d.—XXIV Vigo 2009.



Fig. 18c.—XXIII Valencia 2008.

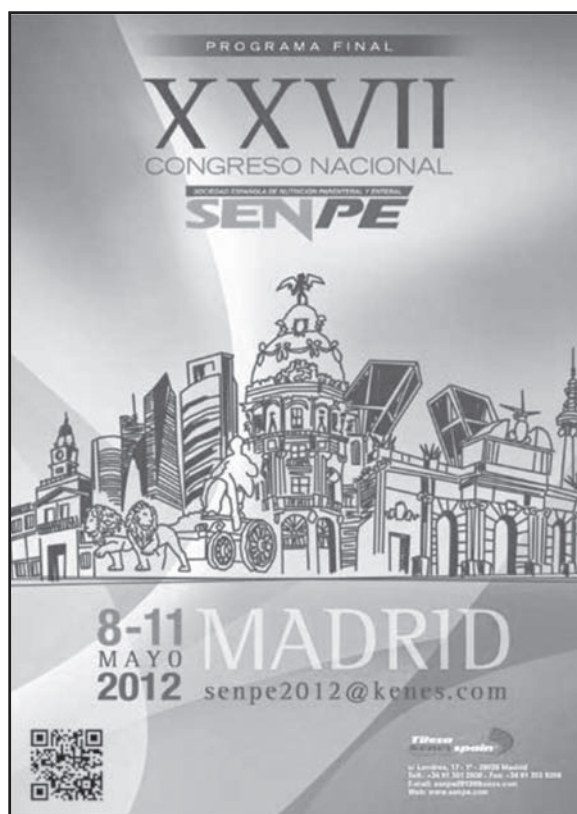


Fig. 18e.—XXVII Madrid 2012.

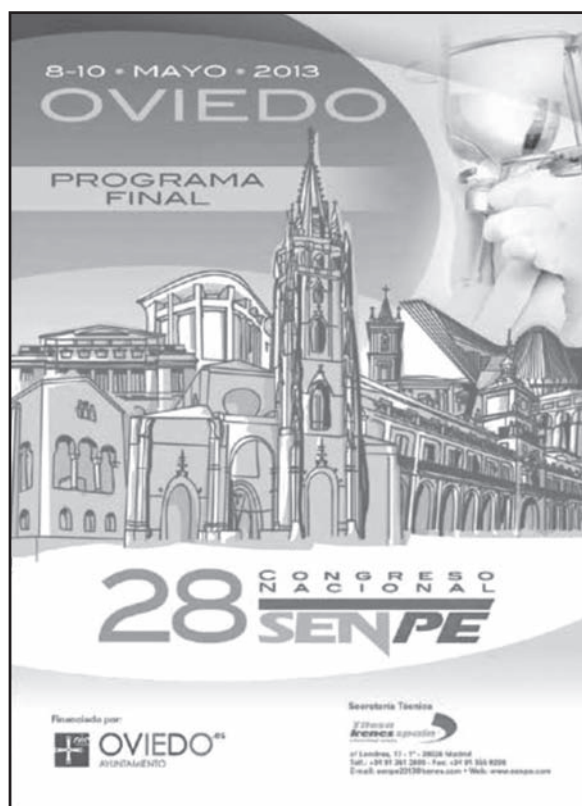


Fig. 18f.—XXVIII Oviedo 2013.



Fig. 18h.—XXX Alicante.

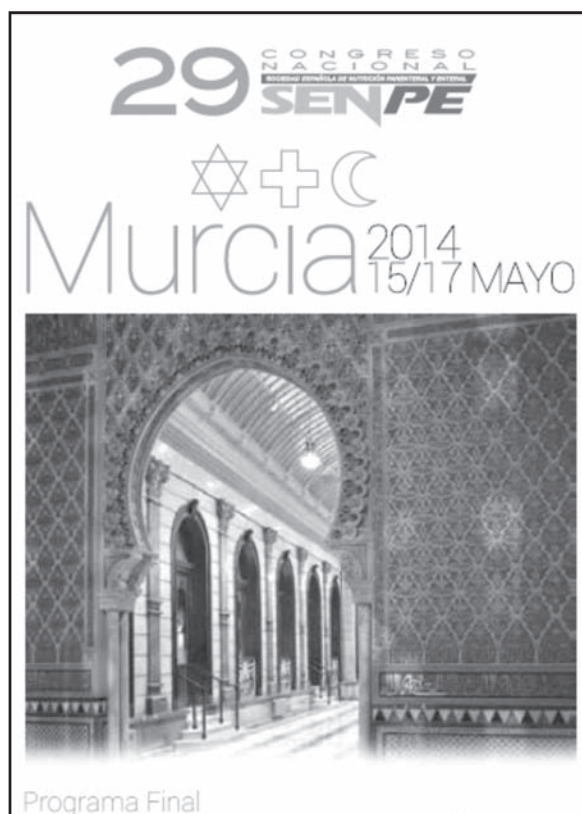


Fig. 18g.—XXIX Murcia 2014.

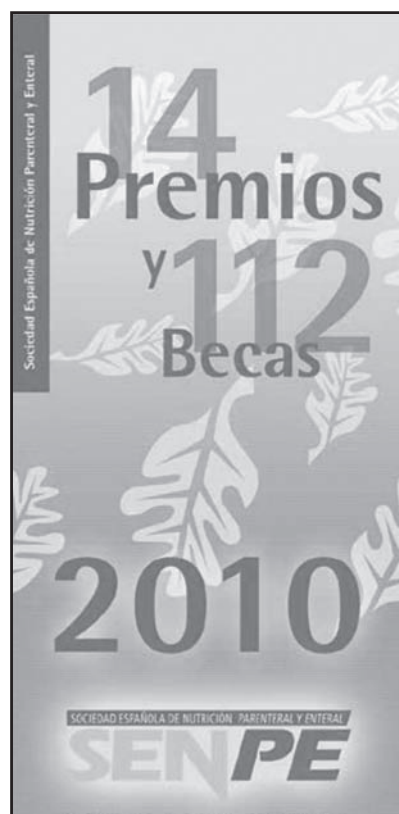


Fig. 19.—Portada del folleto de becas y premios de 2010.

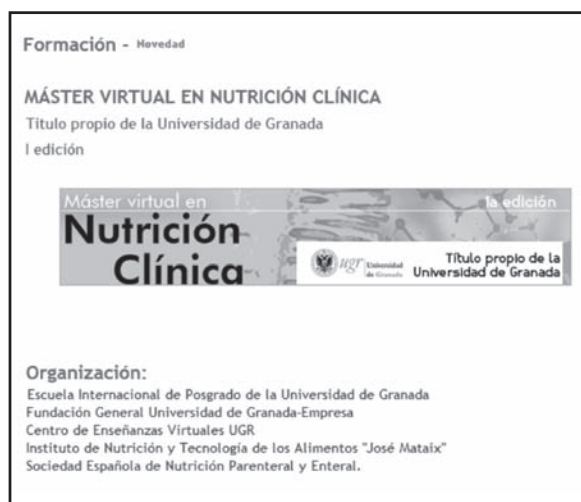


Fig. 20.—Imagen capturada de la página web de SENPE donde se anuncia el Master Virtual de Nutrición Clínica (<http://www.senpe.com/formacion.html>).



Fig. 22.—Primera página del texto de las conclusiones del Primera Mesa de Trabajo de BAXTER-SENPE.

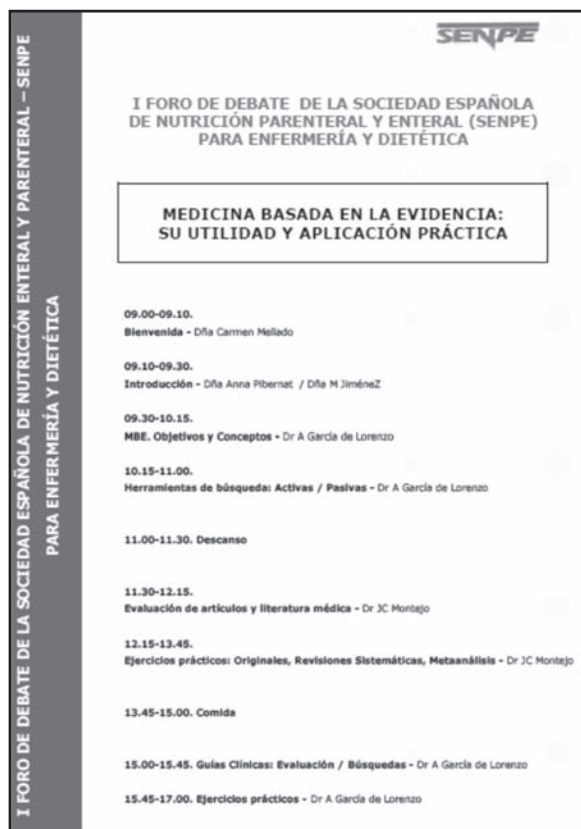


Fig. 21.—Programa del Primer Foro de Debate de la SENPE.

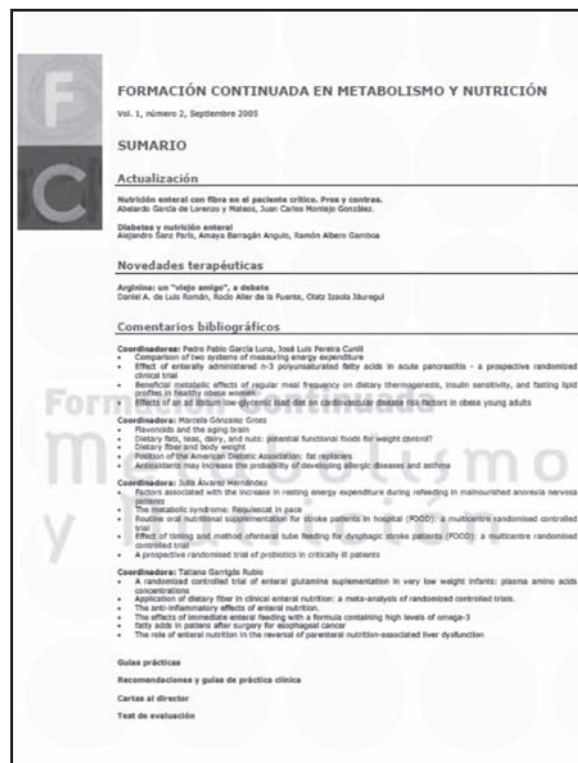


Fig. 23.—Sumario del número 2 de la revista Formación Continuada, impulsada por SENPE y publicada en 1985.

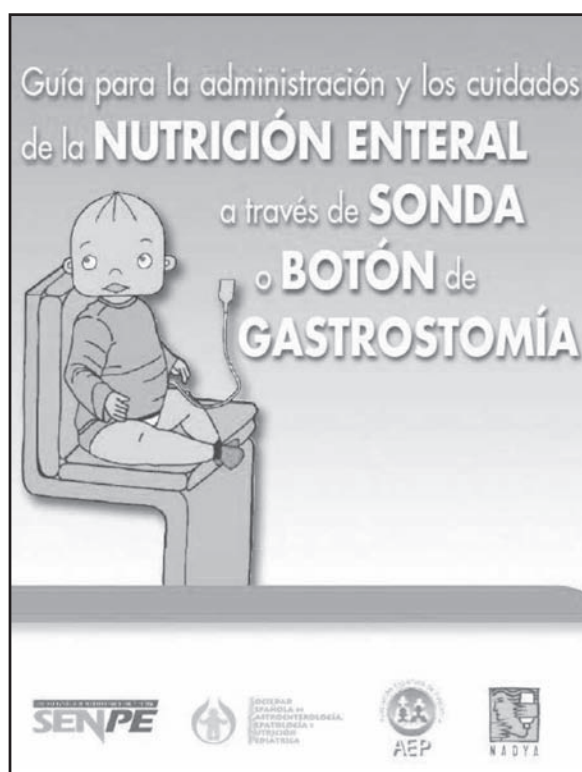


Fig. 24.—Portada de la Guía para la administración y los cuidados de la Nutrición Enteral a través de la Sonda de Gastrostomía.



Fig. 25.—Manual de Nutrición Artificial, Domiciliaria y Ambulatoria publicada por el Grupo de Trabajo de SENPE: N.A.D.Y.A.



Fig. 26.—Libro Blanco de la Desnutrición Clínica en España, publicado por SENPE.

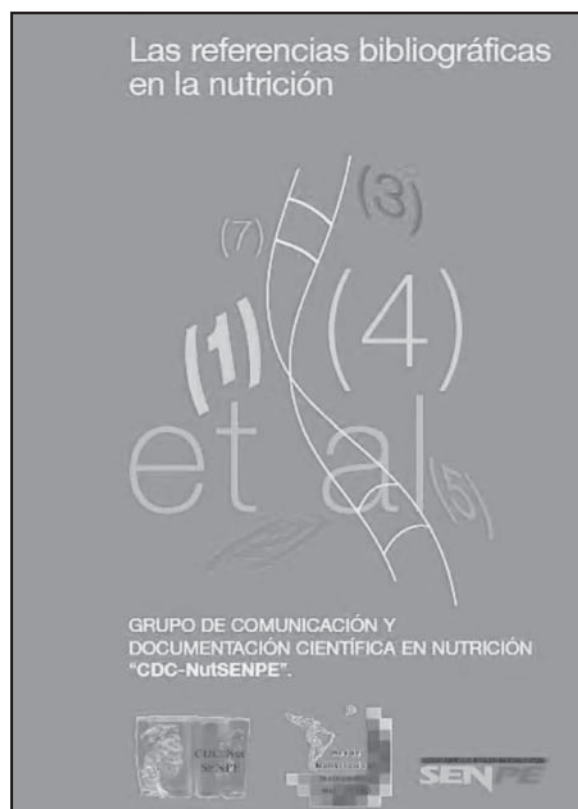


Fig. 27.—Portada de la monografía Las referencias bibliográficas en nutrición, publicada por el Grupo de Trabajo de SENPE de Comunicación y Documentación Científica en Nutrición (CDC-NutSENPE).

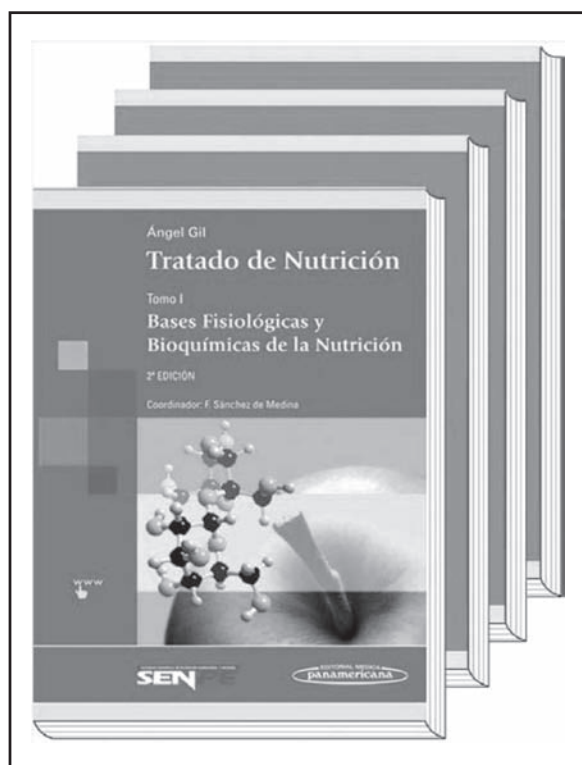


Fig. 28.—Los cuatro tomos del *Tratado de Nutrición* editado por Ángel Gil.

Referencias

1. Casterá VT, Sanz-Valero J, Juan-Quilis V, Wanden-Berghe C, Culebras JM, García de Lorenzo y Mateos A; Grupo de Comunicación y Documentación Científica; en Nutrición CDC-Nut SENPE. Estudio bibliométrico de la revista *Nutrición Hospitalaria* en el periodo 2001 a 2005: Parte I, análisis de la producción científica. *Nutr Hosp.* 2008;23(5):469-76.
2. Castera VT, Sanz Valero J, Juan-Quilis V, Wanden-Berghe C, Culebras JM, García de Lorenzo y Mateos A; Grupo de Comunicación y Documentación Científica en Nutrición CDC-Nut SENPE Estudio bibliométrico de la revista *Nutrición Hospitalaria* en el periodo 2001 a 2005: parte 2, análisis de consumo; las referencias bibliográficas. *Nutr Hosp.* 2008;23(6):541-6.
3. Culebras JM, García de Lorenzo AG. La revista *Nutrición Hospitalaria* incluida en Index Medicus y MEDLINE. *Nutr Hosp.* 1991;6(3):141-2.
4. Culebras JM, García de Lorenzo A. *Nutrición Hospitalaria* incluida en Science Citation Index Expanded: Factor de impacto en 2008. *Nutr Hosp.* 2007;22(2):133-4.
5. Culebras JM, García de Lorenzo A. El impacto de *Nutrición Hospitalaria* es 1,096. *Nutr Hosp.* 2009;24(4):378-83.
6. Culebras JM, García de Lorenzo A. *Nutrición Hospitalaria*, certificada "excelente". *Nutr Hosp.* 2011;26(5):929-32. DOI: 10.3305/nh.2011.26.5.5426
7. Culebras JM, García de Lorenzo A. *Nutrición Hospitalaria*, Órgano oficial de FELANPE. *Nutr Hosp.* 2004;19(6):317-8.
8. Culebras JM, García de Lorenzo A. *Nutrición Hospitalaria*, vehículo científico para todos. *Nutr Hosp.* 1995;10(5):245.
9. Culebras JM, García de Lorenzo AG. Treinta y cinco años al frente de *Nutrición Hospitalaria*. *Nutr Hosp.* 2014;29(1):1-2. DOI:10.3305/nh.2014.29.1.7258
10. Culebras JM, García de Lorenzo A. Los suplementos de *Nutrición Hospitalaria*. *Nutr Hosp.* 2008;23(5):411.



Revisión

Description of indexes based on the adherence to the Mediterranean Dietary Pattern: a review

Angela Hernández Ruiz^{1,2}, Belén García-Villanova¹, Eduardo J. Guerra Hernández¹, Pilar Amiano^{3,4}, Mikel Azpiri³ and Esther Molina Montes^{4,5}

¹Departamento de Nutrición y Bromatología. Facultad de Farmacia. Universidad de Granada. ²Programa de Doctorado en Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Universidad de Granada. ³Public Health Division of Gipuzkoa, Biodonostia Research Institute, Health Department, San Sebastian. ⁴CIBER Epidemiología y Salud Pública, CIBERESP, Madrid. ⁵Escuela Andaluza de Salud Pública. Instituto de Investigación Biosanitaria ibs.GRANADA. Hospitales Universitarios de Granada/Universidad de Granada (Granada), España.

Abstract

Introduction: diet quality indexes are tools aimed at quantifying the compliance to a defined dietary pattern. These indexes are a combined measure of dietary factors (food groups, foods, nutrients and ratios) and/or lifestyles factors. The Mediterranean Diet (MD) is a dietary pattern characterized by their positive effects against chronic diseases. There have been many indexes proposed for the assessment of this dietary pattern. An evaluation of their composition and health benefits is therefore convenient.

Objective: the objective is to evaluate indexes of adherence to the MD with regard to their definition, methodological issues and validation as reported in epidemiological studies.

Methods: we searched in PubMed for studies that developed MD Indexes up to October 2014.

Results: a total number of 22 indexes were identified, with differences regarding the number of components (7-28), scoring (0, 1, 2, 3, 4, 5, 8 or 10, in case of compliance), range (0-100) and type of components (which could be food groups/foods or their combination, with nutrients). Among the positive components, fruits and vegetables were the most common and meats, among the negative components. There were also differences with regard to their composition and evaluation (e.g. criteria of moderate alcohol consumption), as well as with the scoring system (in medians, terciles or established servings).

DESCRIPCIÓN DE ÍNDICES BASADOS EN LA ADHESIÓN AL PATRÓN DIETÉTICO MEDITERRÁNEO: UNA REVISIÓN

Resumen

Introducción: los índices de calidad de la dieta son herramientas que sirven para cuantificar el cumplimiento de un patrón dietético definido. Estos índices son una medida combinada de factores dietéticos (grupos alimenticios, alimentos, nutrientes y ratios) y/o estilos de vida. La dieta mediterránea (DM) es un patrón dietético que se caracteriza por sus efectos positivos contra ciertas enfermedades crónicas. Existen numerosos índices propuestos para la valoración de este patrón dietético. Es por lo tanto conveniente una evaluación de su composición y sus efectos sobre la salud.

Objetivo: el objetivo es evaluar los índices de adhesión al patrón dietético mediterráneo en cuanto a su definición, aspectos metodológicos y validación en estudios epidemiológicos.

Métodos: se buscaron en PubMed estudios que desarrollaron índices de DM hasta octubre de 2014.

Resultados: se identificaron un total de 22 índices, con diferencias en cuanto al número de componentes (7-28), puntuación (0, 1, 2, 3, 4, 5, 8 o 10, en el caso de cumplimiento), rango (0-100) y tipo de componentes (grupos de alimentos/alimentos o su combinación con nutrientes). Entre los componentes positivos, los más comunes fueron frutas y verduras, y carnes entre los negativos. También hubo diferencias con respecto a su composición y evaluación (p. ej. criterios de consumo moderado de alcohol), así como con el sistema de puntuación (en medianas, terciles o raciones establecidas).

Correspondence: Belén García-Villanova.
Departamento de Nutrición y Bromatología. Facultad de Farmacia,
Campus Universitario de Cartuja, 18012 (Granada), España.
E-mail: belenv@ugr.es.

Recibido: 9-VII-2015.
Aceptado: 14-VIII-2015.

Conclusions: this review suggests that since there is great heterogeneity in the definition of MD. It would be therefore convenient to establish more clearly the components to be included and to establish commonly defined criteria to quantify this dietary pattern.

(Nutr Hosp. 2015;32:1872-1884)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9629

Key words: *Mediterranean diet. Food habits. Nutrition assessment. Dietary pattern. Diet index.*

Conclusiones: esta revisión sugiere que existe una gran heterogeneidad en la definición de DM. Sería por tanto apropiado establecer con mayor claridad los componentes que deben incluirse, así como definir criterios comunes para cuantificar este patrón dietético.

(Nutr Hosp. 2015;32:1872-1884)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9629

Palabras clave: *Dieta mediterránea. Hábitos alimentarios. Evaluación nutricional. Patrón dietético. Índice de dieta.*

Abbreviations

aMED: Alternate Mediterranean Diet Index.
Cardio: Cardioprotective Mediterranean Diet Index.
ITALIAN-MED: Italian Mediterranean Index.
L-based to the MD: Literature-based adherence score to the Mediterranean Diet.
MAI: Mediterranean Adequacy Index.
MeDite-PREDIMED/MEDAS: Mediterranean food pattern PREDIMED study.
MEDLIFE index: Mediterranean Lifestyle Index.
MD: Mediterranean Diet.
MDP: Mediterranean Dietary Pattern.
MDQI: Mediterranean Diet Quality Index.
MDS: Mediterranean Diet Scale.
MMD: Modified Mediterranean Diet.
mMDS: Modified Mediterranean Diet Score.
MD Score: Mediterranean Diet Score.
MSDPS: Mediterranean-Style Dietary Pattern Score.
MUFA: Monounsaturated fatty acids.
PUFA: Polyunsaturated fatty acids.
rMED: Relative Mediterranean Diet Score.
RR: relative risk.
SFA: Saturated fatty acids.

Introduction

Nutritional epidemiology aims to determine the impact of diet and associated factors on health. Considering single dietary factors (food, nutrients,...) is a too simple view, since the main role is played overall by diet and both positive (synergism) and negative interactions (antagonism) between its various components¹. These interactions are very difficult to interpret, as well as their relationship with risk of diseases or health determinants².

Diet quality indexes are tools to measure and quantify adherence to dietary patterns (food groups, foods and nutrients), quality indicators and /or lifestyle factors. The compliance to a defined dietary pattern or the adherence to it might be related to the risk of disease or their determinants³.

The Mediterranean Diet (MD) is a nutritional model that is confined to the countries around the Mediterranean Sea^{4,5,6}. This diet is based on high consumption

of vegetables, fresh fruits, nuts, legumes, whole grains mainly and fish, fewer consumption of eggs and dairy products and an even lower consumption of meat, consumed especially pork, sheep and poultry. One of its main characteristic is the use of olive oil as a cooking fat and consumption of red wine in moderation during meals. This type of dietary pattern based on a high consumption of plant-based foods, which provide antioxidant nutrients and hundreds of non-nutritive constituents, such as phytochemicals, with important biological activities and a significant role in health preservation⁷. Numerous epidemiological studies have shown that the Mediterranean countries have a lower morbidity and mortality from non-communicable chronic diseases than other countries⁸⁻¹³. Trichopoulou et al. (1995) were the first defining an index of adherence to the MD, to assess the association between the adherence to it and mortality risk in an elderly population¹⁴. This index consisted of eight components: seven food groups/ foods (vegetables, fruits and nuts, legumes, grains, meat and meat products, milk and dairy products and wine red intake) and one ratio to account for the quality of fat (monounsaturated fatty and saturated fatty acids ratio; MUFA/SFA). This score was further modified by the same authors including fish intake and a higher adherence to this index was also associated with a lower mortality risk⁸. Interestingly, when the associations were assessed separately for each component, no statistically significant risks of mortality were found. This finding supported that diet as a whole may provide a more comprehensive approach to analyze the role of diet in disease prevention.

Since then, various indexes have been published to assess adherence to the MD. Some of them are based on slight modifications of the initially proposed score by Trichopoulou et al. (1995)¹⁴, while others do not share important aspects of its definition. Some of these indexes have been developed to adapt the MD to different populations, countries and age groups. The differences are mostly related to the components and the scoring system, giving rise to a great diversity or indexes regarding the number and types of components (food, food groups, nutrients, and/or lifestyle factors), scoring criteria and cut points used for scoring (mainly medians or tertiles).

The evaluation of indexes of adherence to the MD is of great interest to establish their predictive capacity of disease risk as there are numerous studies that have addressed the MD-disease relationship using different indexes of this dietary pattern¹⁵. The reliability of 10 indexes of adherence to the MD was analyzed within a healthy population in the study by Milá-Villaroel et al. (2011)¹⁶. Since a moderate correlation was found between several indexes, the authors concluded that a consensus on the components included in the MD indexes should be reached. However, a critical evaluation of the components included in these indexes was not carried out.

Our aim is to evaluate and compare indexes of adherence to this dietary pattern published in the literature with regard to the definition of the MD, considering their components, differences and similarities as well as their scoring schemes.

Methods

We searched in Pubmed database for studies that developed and used Mediterranean Dietary Indexes in adults and elderly population up to October 2014. The following MeSH terms related with mediterranean dietary quality indexes were used for this purpose: Food Habit, Diet Mediterranean, Health Food, Nutrition Policy, Diet Therapy, Nutrition Therapy and Health. Moreover, we combined in this research strategy the following key words: Diet quality, Healthy diet, Diet index, Diet quality index, Dietary pattern, A priori diet, Dietary habit, Diet score, Healthy. In addition, references from selected articles were reviewed to find additional studies that were not retrieved through the initial search.

Results

The search strategy retrieved twenty two indexes of adherence to the Mediterranean diet: Mediterranean Diet Scale (MDS, in different versions, 1995¹⁴, 2003⁸ and 2013¹⁷), Modified Mediterranean Diet¹⁸ (MMD), Mediterranean Dietary Pattern (MDP, in different versions, 2002¹⁹, 2003²⁰ and 2006²¹), Mediterranean-Style Dietary Pattern Score²² (MSDPS), Mediterranean Diet Quality Index²³ (MDQI), Mediterranean Adequacy Index²⁴ (MAI), Alternate Mediterranean Diet Index²⁵ (aMED), Italian Mediterranean Index²⁶ (ITALIAN-MED), Relative Mediterranean Diet Score²⁷ (rMED), Mediterranean Diet Score (MD Score, in 2001²⁸, 2004²⁹, 2005³⁰ and 2007³¹), Modified Mediterranean Diet Score³² (mMDS), Cardioprotective Mediterranean Diet Index³³ (Cardio), Mediterranean food pattern PREDIMED study³⁴ (MeDite-PREDIMED/MEDAS), Literature-based adherence score to the Mediterranean Diet³⁵ (L-based to the MD) and Mediterranean Lifestyle Index³⁶ (MEDLIFE index).

Components and scoring schemes of the indexes of adherence to the MD.

A description of the components of the indexes of adherence to the MD is shown in table I. The number of components of the indexes varied greatly. For instance, there were indexes with seven components (one index)²³, eight components (three indexes)^{14,19,28}, nine components (seven indexes)^{8,18,25,27,29,33,35}, ten components (three indexes)^{17,21,32}, eleven components (three indexes)^{26,30,31}, thirteen components (one index)²², fourteen components (one index)³⁴, sixteen components (one index)²⁴, eighteen components (one index)²⁰ and twenty eight components (one index)³⁶. Differences were also observed by types of components included in the indexes. The majority of these components were food groups / foods combined with nutrients (in eight indexes)^{17-21,23,25,27} or only food groups / foods (in eight indexes)^{22,24,26,29-31,33,34} without nutrients, food groups / foods combined with ratios (in two indexes)^{14,17} or groups / foods combined with both nutrients and ratios (in two indexes)^{8,28}, as well as indexes that included lifestyle factors with food groups / foods (in one index)³² or with groups of foods / foods combined with nutrients (one index)³⁶. Other differences were noted regarding the scoring scheme applied to each index, which was mostly based on assigning equal weights to all the components. This scoring scheme of the components ranged between 0 to 1 (in eleven indexes)^{8,14,17,18,20,25,26,28,33,34,36}, 0 to 2 (in three indexes)^{23,27,35}, 1 to 3 (in two indexes)^{21,29}, 0 to 5 (in three indexes)^{19,30,31} or 0 to 10 (in one index)²². The mMDS was the only index using three different scoring weights (0 to 2, 0 to 4 and 0 to 8)³².

The total range of the scores, as a result of the components' scoring, was also different, ranging from 0 to 8 (in two indexes)^{14,28}, 0 to 9 (in four indexes)^{8,18,25,33}, 0 to 10 (in one index)¹⁷, 0 to 11 (in one index)²⁶, 0 to 14 (in three indexes)^{20,23,34}, 0 to 18 (in two indexes)^{27,35}, 9 to 27 (in one index)²⁹, 0 to 28 (in one index)³⁶, 10 to 30 (in one index)²¹, 5 to 40 (in one index)¹⁹, 0 to 42 (in one index)³², 0 to 55 (in two indexes)^{30,31}, and 0 to 100 (in two indexes)^{22,24}.

Table II shows dietary components included in each index of adherence to the MD. The components most commonly present in the indexes were vegetables (in twenty two indexes)^{8,14,17-36}, and fruits (in twenty two indexes)^{8,14,17-36}, followed by cereals (in twenty one indexes)^{8,14,17-33,35,36}, fish (in twenty indexes)^{8,17-27,29-36}, meat (in twenty indexes)^{8,14,18-31,33-36}, legumes (in eighteen indexes)^{8,14,17,18,21,22,24-31,33-36}, olive oil (in sixteen indexes)^{19-24,26,27,29-36}, milk and dairy products (in fifteen indexes)^{8,14,17,18,20,22,24,27-31,35,36}, alcoholic beverages (in twelve indexes)^{14,20-22,24,29-34,36}, nuts (in eleven indexes)^{8,14,17,18,21,22,25,27,29,34,36}, alcohol (in ten indexes)^{8,17-20,25-29,35}, sweets and sweetened beverages (in six indexes)^{22,24,26,32,34,36}, other fat (in four indexes)^{20,24,26,34}, eggs (in four indexes)^{20,22,24,36}, MUFA / SFA ratio (in four indexes)^{8,14,25,28}, fiber (in two in-

Table I <i>Description of the components of the indexes of adherence to the MD</i>				
<i>Reference</i>	<i>Index</i>	<i>Components</i>	<i>Scoring</i>	<i>Range</i>
Trichopoulou et al., 1995 ¹⁴	Mediterranean Diet Scale 1995 (MDS 95)	8 components (7 foods groups/foods, 1 ratio)	0-1	0-8
Trichopoulou et al., 2003 ⁸	Mediterranean Diet Scale 2003 (MDS 03)	9 components (7 foods groups/foods, 1 nutrient, 1 ratio)	0-1	0-9
Asghari et al., 2013 ¹⁷	Mediterranean Diet Scale 2013 (MDS 13)	10 components (8 foods groups/foods, 2 ratios)	0-1	0-10
Trichopoulou et al., 2005 ¹⁸	Modified Mediterranean Diet (MMD)	9 components (8 foods groups/foods, 1 nutrient)	0-1	0-9
Martínez-González et al., 2002 ¹⁹	Mediterranean Dietary Pattern 2002 (MDP 02)	8 components (6 foods groups/foods, 2 nutrients)	0-5	5-40
Ciccarone et al., 2003 ²⁰	Mediterranean Dietary Pattern 2003 (MDP 03)	18 components (17 foods groups/foods, 1 nutrient)	0-1	0-14
Sánchez-Villegas et al., 2006 ²¹	Mediterranean Dietary Pattern 2006 (MDP 06)	10 components (9 foods groups/foods, 1 nutrient)	1-3	10-30
Rumawas et al., 2009 ²²	Mediterranean-Style Dietary Pattern Score(MSDPS)	13 components (13 foods groups/foods)	0-10	0-100
Scali et al., 2000 ²³	Mediterranean Diet Quality Index (MDQI)	7 components (5 foods groups/foods, 2 nutrients)	2-0	14-0
Alberti et al., 2009 ²⁴	Mediterranean Adequacy Index (MAI)	16 components (16 foods groups/foods)	-	0-100
Fung et al., 2005 ²⁵	Alternate Mediterranean Diet Index (aMED)	9 components (8 foods groups/foods, 1 nutrient)	0-1	0-9
Agnoli et al., 2005 ²⁶	Italian Mediterranean Index (ITALIAN-MED)	11 components (11 foods groups/foods)	0-1	0-11
Buckland et al., 2009 ²⁷	Relative Mediterranean Diet Score (rMED)	9 components (8 foods groups/foods, 1 nutrient)	0-2	0-18
Woo et al., 2001 ²⁸	Mediterranean Diet Score 2001 (MD Score 01)	8 components (6 foods groups/foods, 1 nutrient, 1 ratio)	0-1	0-8
Schroder et al., 2004 ²⁹	Mediterranean Diet Score 2004 (MD Score 04)	9 components (9 foods groups/foods)	1-3	9-27
Pitsavos et al., 2005 ³⁰	Mediterranean Diet Score 2005 (MD Score 05)	11 components (11 foods groups/foods)	0-5	0-55
Panagiotakos et al., 2007 ³¹	Mediterranean Diet Score 2007 (MD Score 07)	11 components (11 foods groups/foods)	0-5	0-55
Yang et al., 2014 ³²	Modified Mediterranean Diet Score (mMDS)	10 components (8 foods groups/foods, 2 lifestyle factors)	0-2 0-4 0-8	0-42
Martínez-González et al., 2004 ³³	Cardioprotective Mediterranean Diet Index (Cardio)	9 components (9 foods groups/foods)	0-1	0-9
Martínez-González et al., 2012 ³⁴	Mediterranean food pattern PREDIMED Study (MeDiet-PREDIMED/ MEDAS)	14 components (14 foods groups/foods)	0-1	0-14
Sofi et al., 2013 ³⁵	Literature-based adherence score to the Mediterranean diet (L-based to the MD)	9 components (8 foods groups/foods, 1 nutrient)	0-2	0-18
Sotos-Prieto et al., 2014 ³⁶	Mediterranean Lifestyle (MEDLIFE index)	28 components (21 foods groups/foods, 1 nutrient, 6 lifestyle factors)	0-1	0-28

Table II
Dietary components included in each index of adherence to the MD

Components (p or g/d)	MDs 95 ¹⁴	MDs 03 ⁸	MDs 13 ¹⁷	MMD ¹⁸	MDP 02 ¹⁹	MDP 03 ²⁰	MDP 06 ²¹	MSDP ²²	MDQP ²³	MAIP ²⁴	aMED ²⁵	ITA-MED ²⁶	rMED ²⁷	MD Score01 ²⁸	MD Score04 ²⁹	MD Score05 ³⁰	MD Score07 ³¹	mMDS ³²	Cardio ³³	PREDI- MED ³⁴	Lbased ³⁵	MED- LIFE ³⁶
Cereals	X ¹	X	X ³	X	X ⁴	X ⁵	X	X ^{13,14}	X	X ¹⁴	X ¹³	X ²¹	X	X	X	X ^{13,14}	X ^{13,14}	X	X ²³	-	X	X ¹⁴
Vegetables	X	X	X	X	X	X ⁶	X	X	X ¹⁶	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X ²⁴	X	X	X
Fruits	X ²	X ²	X	X	X	X	X	X	X	X ¹⁷	X ²⁰	X	X ²	X	X	X	X	X	X	X ²⁰	X	X ²⁰
Legumes	X	X	X	X	-	-	X	X ¹⁵	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X
Nuts	X	X ²	X	X ²	-	-	X	X	-	-	X	-	X	-	X	-	-	-	-	X	-	X ²⁵
Olive oil	-	-	-	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X
Other fats	-	-	-	-	-	X ⁷	-	-	-	X ¹⁸	-	X ²²	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
Milk, dairy products	X	X	X	X	-	X ⁸	X ¹¹	X	-	X ⁸	-	-	X	X	X ¹¹	X ¹¹	X ¹¹	-	-	-	X	X ²⁶
Fish	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X
Eggs	-	-	-	-	-	X	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Meat, meat products	X	X	-	X	X	X ⁹	X	X ⁹	X	X	X	X	X	X	X	X ⁹	X ⁹	-	X	X ⁹	X	X ⁹
Meat rate	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sweets, sweets beverages	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X ¹⁹	-	X	-	-	-	-	-	X	-	X	-	X
Fiber	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
SFA (% kcal)	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cholesterol (mg)	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MUFA/SFA	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
PUFA/SFA	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MFA+SFA/SFA	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alcoholic beverages	X	-	-	-	-	X ¹⁰	X ¹²	X	-	X	-	-	-	-	X ¹²	X	X	X ¹²	X ¹²	X ²³	-	X ¹²
Alcohol	-	X	X	X	X	X	-	-	-	-	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	X	-

¹Including bread and potatoes. ²Joint fruits and nuts. ³Refined cereals consumption (negative) or whole grains (positive). ⁴Cereals: the sum of white bread, rice and pasta. ⁵Four components that are not scoring (pasta, white bread, wheat bread and milk). ⁶Includes raw vegetables, cooked vegetables and carrots. ⁷Includes like separate components: vegetable oils, butter, cream and margarine. ⁸Separate the consumption of milk and cheese. ⁹Separate into two components: meat or poultry and processed meat. ¹⁰Alcohol intake: wine, beer and spirits. ¹¹Specifies fat dairy. ¹²Alcohol intake: wine or red wine. ¹³Including only whole cereals. ¹⁴Including like component the potatoes. ¹⁵This component includes: olives, legumes and nuts. ¹⁶Joint vegetables and fruits. ¹⁷Including fruit fresh and dry. ¹⁸Including animal fats and margarines. ¹⁹Separate in different components: sweet beverages, cakes/pies and cookies. ²⁰Including juices. ²¹Specifies the consumption of the pasta and the potatoes. ²²Including only butter. ²³Specifies cereals as white bread and rice or whole bread. ²⁴Joint and separate components for vegetables and fruits. ²⁵Including nuts and olives. ²⁶Specifies low fat dairy.

dexes)^{19,36}, meat rate (in one index)¹⁷, SFA (in one index)²³, cholesterol (in one index)²³, PUFA / SFA ratio (in one index)¹⁷, and MUFA + PUFA / SFA ratio (in one index)¹⁸.

Description of the components of the MD indexes

Food groups / foods

- **Cereals.** This food group was considered as positive on the indexes. Cereals consumption is valued (without specifying whether they are refined or whole). However, there were two indexes that penalized their consumption: the MDS 2013¹⁷ index considers refined cereals as a negative component and whole cereals as a positive component and the Cardio index³³ considers white bread and white rice as a negative component and whole bread as a positive component.
- **Vegetables.** It is a component included in all indexes and its assessment was always positive. A particular index worthy of mentioning is the Cardio index³³, which had two components for assessment of vegetables: one accounting only for vegetables and another one combining intake of vegetables and fruits.
- **Fruit.** The assessment of this group was also always positive. Some indexes included in this group the intake of nuts as are this indexes^{8,14,17,27} and there was one index specifying the inclusion of dried fruit²⁴.
- **Legumes.** Its assessment was always positive. All indexes included legumes as a whole, although there was one index that also included nuts and olives within this component²².
- **Nuts.** This component was always valued positively. Some indexes considered nuts in combination with fruits^{8,14}. Particularly, there was one index considering intake of nuts combined with that of olives³⁶.
- **Fats:** Olive oil and other fats. Assessing the form of dietary fat is one of the most differing characteristic of the indexes. Some indexes specified the consumption of olive oil as a positive component^{19-24,26,27,29-36}, whilst others took the presumed detrimental effect of fats into consideration, considering them as to be scored negatively. This was to the case of other vegetable oils, butter, cream and margarine²⁰, animal fat and margarine²⁴, and butter^{26,34}. Besides, some indexes implemented ratios for assessment of dietary fat quality. The ratios considered were the MUFA/SFA, the MUFA + PUFA / SFA and the PUFA / SFA.
- **Milk and dairy products.** This component presented a high diversity in its assessment. On the one hand, most of the indexes valued this group as negatively in the diet, in particular,

when they referred to fatty milk and dairy products^{21,29,30,31}. On the other hand, they were positively valued if skimmed milk and dairy products were considered³⁶. In general, all valued the consumption of milk and dairy products together^{8,14,17,18,21,22,27-31,34}, except few indexes that separated them into different components of the same group, e.g. cheese²⁰.

- **Fish.** Most indexes included this component^{8,17-27,29-36}. It was always valued positively and any of the indexes distinguished between fatty and lean fish.
- **Eggs.** Few indexes considered eggs as a MD component^{20,22,24,36}. A moderate or low consumption was considered adequate.
- **Meats.** The indexes differed greatly regarding the definition of this component, although the assessment was always considered to be negative. Some indexes accounted for meat consumption in general^{8,14}, few others only consider red meat and processed meat^{20,21,25,35}, and others distinguished between lean meat and fatty meat in two separate components with a different scoring weight^{22,30,31,34,36}. There was only one index valuing this food group through a ratio as red-to-white meat¹⁷.
- **Sweets, confectionery and sweetened beverages.** This component was always valued negatively. Only two indexes considered these foods, including sweetened beverages and different types of sweets^{32,34}.
- **Alcoholic beverages.** This component was assessed in many different ways depending on the index under consideration. Some indexes valued positively the consumption of alcohol when this was defined as moderate consumption of wine^{14,21,22,29,31,33,34,36} and other indexes included all types of alcoholic beverages²⁰.

Nutrients

There were few indexes that included nutrients as components, namely fiber^{19,36}, SFA²³, cholesterol²³ and the most importance, alcohol intake. This component was overall common to all the indexes was the positive scoring of moderate alcohol consumption, which was defined as moderate levels (g/alcohol/day) by sex-specific consumption levels^{8,17-20,25-29,35}. The definition of moderate alcohol consumption differed among the indexes as well: 10-20 g/day²¹, or 5-25 g/day in women and 10-50 g/day in men^{8,18,27} or 0 g/day in women and up to 10 g/day in men²⁸.

Lifestyle factors

There were only two indexes that included lifestyle factors^{32,36}. The MMDS, considered drinking during

meals and eating fast food or out from home³². The recently published MEDLIFE index included a specific section accounting for six lifestyle factors: physical activity, nap, hours of sleep, watching television, socializing with friends and collective sports³⁶.

Cut off values

Among the indexes, the scoring criteria for each component varied greatly. These criteria are shown in table III.

Three types of cut offs were considered to account for dietary intake within each component (except that of alcohol intake): 1) based on the distribution of the dietary intake in the study population in grams/day^{8,14,17,18,19,21,23,26,27,28,29}; 2) based on a fixed amount of dietary intake in servings/day or grams/day^{20,22,25,30,31,33-36}; 3) or using arbitrary choices of cut points^{22,24,32}. Regarding the first case, the cut off values to assign the scoring could be established as sex-specific medians of the intake distribution^{8,14,17,18,19,25} as tertiles^{21,23,26,27,29,30} or as quintiles¹⁹.

Description of studies that have developed the Mediterranean diet indexes

European countries

- Spain. Martinez-Gonzalez et al. developed the Mediterranean Dietary Pattern 2002 (MDP 02) in a study population comprised of 342 subjects aged <80 years¹⁹. Increments of one unit in the adherence to this score were associated with 8% (95 % CI: 0.86-0.98) reduction of the risk of myocardial infarction. This score was modified by Sánchez-Villegas et al. (2006) within 6319 subjects of the SUN cohort, in whom no significant association was observed between the adherence to this Mediterranean Dietary Pattern adherence index (MDP 06) and weight gain²¹. Buckland et al. in 2009, developed the Relative Mediterranean Diet Score within 41,078 participants of the EPIC-Spain cohort²⁷. This score is based on the score developed previously by Trichopoulou et al.^{8,14}, although some modifications were adopted, such as that olive oil replaced the fat ratio and tertiles were used as cut points instead of sex-specific medians. The rMED has been associated with a significant reduction in CHD risk (RR for one unit increase in the adherence to rMED: 0.94, 95 % CI: 0.47- 0.76). In 2004, Schroder et al., reported that risk of obesity decreased with increasing adherence to the DM defined as the Mediterranean Diet Score 2004 (MD Score -04)²⁹ in 2930 adults and elderly subjects, as those in the highest group of adherence to the score were less

likely to be obese with respect to those of the lowest group of adherence (OR=0.61; 95% CI: 0.40-0.92 in men and women). Martinez-Gonzalez et al. (2004), developed the Cardioprotective Mediterranean Diet Index (Cardio) in a study that included 342 subjects³³. They found that an increment of one unit in the adherence to this score was associated with 18% reduction in the risk of myocardial infarction. In 2012 within the PREDIMED trial and 7,447 adults with cardiovascular risk factors, the Mediterranean food pattern PREDIMED was developed³⁴. A high adherence to this score ($\geq$ ten points) versus a low adherence ($\leq$ seven points) was found to reduce the risk of obesity by 32% (95% CI: 0.57-0.80) in women and by 34% (95% CI: 0.44-0.80) in men. Recently, Sotos-Prieto et al., 2014 developed the Mediterranean Lifestyle Index (MEDLIFE index) in 988 participants of 40-55 years age belonging to the Aragon Workers Health Study cohort, which also incorporates lifestyles factors as components³⁶. This index was positively correlated with other Mediterranean quality indexes, as aMED²⁵ and MeDiet-PREDIMED/MEDAS³⁴.

- Greece. The first score/index of adherence to the MD was developed by Trichopoulou et al., in 1995 among an elderly population (182 participants)¹⁴. In this study, a one unit increase in the score was associated with a 17% reduction of overall mortality (95 % IC: 0.69-0.99). The same authors modified this index in 2003 within the 22,043, participants of the EPIC-Greek Cohort. A higher adherence to this new index was associated with a reduction of mortality in adults and elderly people⁸. Moreover, two units increment in this score was inversely associated with mortality (RR=0.75, 95% CI: 0.74-0.87), as well as with cause-specific mortality of coronary heart disease (RR= 0.67; 95% CI: 0.47-0.94) and cancer (RR=0.66, 95% CI: 0.59-0.98).

A new modification of MDS 2003 was carried out in 2005. This Modified Mediterranean Diet index (MMD) was also developed within the EPIC cohort¹⁸. An increase of two units in this score was associated with a 8% (95% IC: 0.88-0.97) lower overall mortality risk.

Pitsavos et al., 2005 developed the Mediterranean Diet Score 2005³⁰. They found that the participants (3,042 subjects of the ATTICA study) in the highest tertile of the adherence to the score had, on average, 11% higher Total Antioxidant Capacity levels than did the participants of the lowest tertile have. The score was modified in the study by Pangiotakos et al. 2007 by using different cut off values³¹. There were found positive predictive values of the score regarding hypertension 45% (95% CI:

Table III
Scoring system of each index of adherence to the Mediterranean Diet for the maximum scoring

Components	MDP03 ²⁰	MDS DSP ²²	MDQI ²³	MD Score 01 ²⁸	MD Score 05 ³⁰	MD Score 07 ³¹	Cardio ³³	MeDi-PREDIMED ³⁴	L-based MD ³⁵	MEDLIFE index ³⁶
Cereals	-	8 s/d	> 300 g/d	> 248 g/d/W > 291 g/d/M	> 18 s/m	> 22 s/w	<1 s/d or >5 s/w ^{2,3}	-	> 1.5 s/d	3-6 s/d
Vegetables and fruits	≥ 17 s/w > 1 s/d	6 s/d 3 s/d	> 700 g/d	> 248 g/d/W > 303 g/d/M > 216 g/d/W > 249 g/d/M	> 18 s/m	> 33 s/w > 22 s/w	≥ 1 s/d ⁴ ≥ 1 s/d	≥ 2 s/d ≥ 3 s/d	> 2.5 s/d > 2 s/d	≥ 2 s/d 3-6 s/d
Legumes	-	4 s/w ¹	-	> 49 g/d/W > 60 g/d/M	0-18 s/m	> 6 s/w	≥ 2 s/w	≥ 3 s/w	> 2 s/d	≥ 2 s/w
Olive oil	> 1 s/d	Only use	> 15 g/d	-	0-18 s/m	Daily	≥ 1 sp/d	≥ 4 sp/d	Regular use	≥ 3 s/d
Nuts	-	4 s/w ¹	-	-	-	-	-	≥ 3 s/w	-	-
Other fats	-	-	-	-	-	-	-	<1 s/d	-	-
Milk, dairy products	-	2 s/d	-	<194 g/d/W <201 g/d/M	Rare/ no consumption	≤ 10 s/w	-	-	< 1 s/d	2 s/d
Fish	≥ 1 s/w	6 s/w	> 60 g/d	-	> 18 s/m	> 6 s/w	≥ 3 s/w	≥ 3 s/w	> 2.5 s/d	≥ 2 s/w
Meat, meat products	≤ 2 s/w 0 s/w	1 s/w	< 25 g/d	< 91 g/d/W < 109 g/d/M	Rare/no consumption	≤ 1 s/w	< 1 s/d	< 1 s/d	> 1.5 s/d	< 2 s/w ≤ 1 s/w
Sweets, sugared drinks	-	3 s/w	-	-	-	-	-	< 3 s/d < 1 s/d	-	Limit
SFA (%kcal)	-	-	< 10 % kcal	-	-	-	-	-	-	-
Cholesterol (mg)	-	-	< 300 mg/d	-	-	-	-	-	-	-
MUFA/SFA	-	-	-	> 1.6	-	-	-	-	-	-
Alcohol	≤ 12-36 g/d	1.5 s/d/W	-	< 10 g/d/M	< 3 g/d	< 300 ml/w	≥ 1 g/d	≥ 7 g/w	< 1-2 AU/d ⁵	1-2 s/d

s/w: servings/week; s/d: servings/day; g/d: grams/day; g/d/W: grams/day/women; g/d/M: grams/day/men; s/m: servings/month; g/d: glasses/day; ml/w: ml/week; sp/d: spoon/day. AU/d: Alcohol Unit/day.

Observations respect to the alcohol intake. MDS-95: moderate ethanol consumption (there were no men who drank more than 7 g/d of wine and no women who drank more than 2 g/d of wine). MDS 03, MMD5 and rMED: consumption specified by sex (5-25 g women and 10-50 g men). MDP 06: 10 g/d women and 20 g/d men. aMED: 5-15 g/d for both sexes. ITALIAN-MED: 12 g/d for both sexes. MD Score 04: 20 g/d.

¹Includes legumes, nuts and olives. ²White bread (<1 s/d) or whole bread (>5 s/w). ³An point is added if the consumption of rice and white bread is low or when the consumption of whole bread is high. ⁴A point is added when consumed ≥ 1 s/d of fruits and vegetables. ⁵1 unit = 12 grams.

0.52-0.57), hypercholesterolemia 46% (95% CI: 0.51-0.56), diabetes 12% (95% CI: 0.86-0.89) and obesity 33% (95% CI: 0.65-0.70).

- Italy. Ciccarone et al., 2003 developed the Mediterranean Dietary Pattern 2003²⁰. A higher adherence to this score was independently associated with a 56% reduction in PAD risk (95% CI: 0.64-0.83). Agnoli et al. 2011., developed the Italian Mediterranean Index in 40,681 adults of the EPIC Italy Cohort aged 35-74 years²⁶. A high adherence to this index versus a low adherence was inversely associated with risk of all types of stroke and with risk of ischaemic stroke 63% (95% CI: 0.19-0.70).
- France. Scali et al. in 2000 developed the Mediterranean Diet Quality Index in 964 adults (aged 20-76 years)²³. Only 9.5% of men and 9.0% of women were shown to have a healthy diet in terms of adherence to the MD.

Other countries

- United States. Rumawas et al. (2009), developed the Mediterranean-Style Dietary Pattern Score within 3,021 participants (mean age = 60 years) of the Framingham Offspring Cohort²². The participants with a higher adherence to MSDPS (vs lower adherence) had a lower BMI and waist circumference. Moreover, they observed a positive relationship with intakes of dietary fiber, omega-3, fatty acids, antioxidant vitamins, calcium, magnesium, and potassium, and inverse associations with added sugar, glycemic index, saturated fat, and trans-fat, and the (n-6): (n-3) fatty acid ratio. The Alternate Mediterranean Diet Index developed by Fund et al. (2005) in 1380 female nurses of the Nurses Health Study was associated with significantly lower concentrations of several biomarkers, specially with C reactive protein levels (24% lower in the top than in the bottom quintile of the score)²⁵. A more recently published index is the Modified Mediterranean Diet Score by Yang et al. 2014³². A higher adherence to this score was also inversely related with obesity risk and with risk of weight gain over the past 5 years 43% (95% CI: 0.39-0.84), as well as with the presence of metabolic syndrome 35% (95% CI: 0.54-0.94).
- Iran. Asghari et al. in 2013 developed the Mediterranean Diet Scale 2013 in 451 participants of the Tehran Lipid and Glucose Study¹⁷. This score was found to be not associated with significant changes in the lipid profile.
- China. Woo et al. developed the Mediterranean Diet Score 2001²⁸. In their study it was reported that those who were older had a higher adherence to the MD.

The Mediterranean Adequacy Index was developed by Alberti et al., (2009), based on the diets of population groups from Italy, Greece, U.S.A, Costa Rica, Chile, Spain and Germany²⁴. This index was found to be inversely associated with mortality in elderly participants who were followed-up for 10 years.

Index based on a literature review

Literature based score to the adherence MD is an index based on the results of cohort prospective studies belonging to different countries (Greece, Australia, Spain, Belgium, Denmark, France, Hungary, Italy, The Netherlands, Portugal, Switzerland, Germany, Sweden, UK, USA, Norway)³⁵. Two point increase in this index was reported to reduce by 8% of the risk of overall mortality (95% CI: 0.91-0.93), by 10% the risk of CVD (95% CI: 0.87-0.92) and by 4% the risk of cancer (95% CI: 0.95-0.97).

Indexes and their relationship to the diseases and mortality

As outlined before, among the indexes published in the literature, most of them have been associated with health benefits and prevention of chronic diseases: the MDS 1995 in preventing obesity^{37,38} and cancer³⁹; MDS 2003 improving the cardiometabolic profile⁴⁰⁻⁴² hepatic and renal function⁴³, as well as cognitive function⁴⁴, MMD reducing risk of cardiovascular disease^{45,46}, cancer^{47,48}, and hypertension⁴⁹, MDP 2006 preventing obesity⁵⁰, MDQI preventing cardiovascular disease⁵¹ and diabetes⁵², MAI reducing blood pressure⁵³, aMED reducing mortality^{54,55}, cancer^{56,57}, diabetes mellitus type II⁵⁸⁻⁶⁰ and risk of hip fractures⁶¹, ITALIAN-MED preventing colorectal cancer⁶², rMED reducing overall mortality and cardiovascular disease mortality⁶³, as well as risk of cardiovascular disease⁶⁴, gastric cancer⁶⁵, obesity⁶⁶ and of diabetes mellitus⁶⁷, and MeDiet-PREDIMED regarding adequacy of intake of HCO⁶⁸ and some assessment parameters of body composition⁶⁹.

Limitations, recommendations and future research

The principal usefulness of these indexes is their ability to assess the adherence to Mediterranean dietary pattern in diverse study populations (from childhood into adulthood or the elderly years) and to relate it to the risk of disease or mortality, or even health determinants, in both mediterranean and non-mediterranean countries. MD indexes published in the literature have been widely reviewed and validated regarding their preventative effects against obesity^{37,38,66}, mortality^{54,55,63}, cancer^{39,47,48,56,57,62,65} and other chronic diseases^{45,46,52,58-60}. However, they have received less

attention with regard to their implementations in terms of number and contents of components, cutpoints, and scoring scheme. The current review includes twenty two indexes of adherence to the MD. Although all these indexes valued the Mediterranean dietary pattern, they evaluated very differently the dietary characteristics of the MD. Differences encountered are based on the components used, as they can be adapted to the population's dietary habits. For example, the use of olive oil in countries where consumption is frequent^{19-24,26,27,29-36} or the use of a ratios to assess the quality of fat^{8,14,17,18,25,28}, if olive oil is not the main source of MUFA in the diet. The second differences underlie on the choice of the components and whether their consumption is valued positively or negatively. The scoring scheme to express the contribution of food (food frequency or established grams/food/nutrients, depending on the consumption of the population) is another issue that differs among the MD indexes. Finally, the number of qualifying divisions (cut offs) and the contribution of each component to the overall score is highly diverse. Moreover, the study population or country where the index was developed represents another source of variability between the indexes. The above mentioned variabilities in the development of the indexes hinder their comparability. However, all indexes measure the degree of adherence to the MD based on consumption of certain foods that are characteristic of the Mediterranean area. As such, the correlation between most indexes of adherence to the MD published in the literature is moderately strong¹⁶.

It is currently difficult to decide about the components that should be included to develop a reliable index of adherence to the MD. Some indexes include food groups, foods and nutrients according to the scientific evidence on their detrimental or beneficial effects on health, and within the context of what is considered to be a Mediterranean dietary pattern. Interestingly, there were only two indices that incorporated lifestyle factors into their definition of the MD index^{32,36}, which is a type of component frequently included in other indexes diet quality. Despite the fact that this component is not strictly a dietary factor, the current Mediterranean Diet Pyramid establishes physical activity, adequate rest and conviviality as other components of the MD.

It is also important to establish a proper number of divisions or cutpoints to categorize the population into high or low adherence categories. The inclusion of a high number of categories can complicate the use and interpretation of the index, whereas a small number of cutpoints may result in loss of information and low diagnostic capacity⁷⁰. In the case of MD indexes, it seems most advisable to divide the population into tertiles, establishing three categories of adherence, as low, intermediate and high adherence to the MD. One of the limitations found is that in all indexes all the components contribute equally, i.e. with equal weights, to the total index score. By doing so, the index

does not take into consideration whether a component is more beneficial towards health preservation or whether it defines more properly the MD pattern. For example, the component of fruits and vegetables in the index should be valued more positively than that of cereals, especially if whole cereals consumption is not specified.

There is great complexity in assessing the interactions between the components, especially when it comes to heterogeneous food groups. This problem arises when foods with very different nutritional characteristics are joined in the same food group. An example is the inclusion of nuts into the groups of fruits, as happens in the MDS^{8,14} indexes. Alternatively, in the component of cereals, some indexes include potatoes whilst others not, and few others distinguished the group of whole cereals. Meat also is another component showing a great heterogeneity, as some indexes included any meat, others included red and processed meat, whereas others consider different types of meat (e.g. fatty and lean meat). These differences in the computerization of the components of the indexes may explain the variable degree of adherence to them. For instance, it has been reported that fruits and vegetables are the components most correlated to indexes of adherence to the MD, while dairy products and meat are components with a low correlation to the indexes¹⁶. Therefore, although there are not any established criteria to select the optimal number of components of specific food groups, foods or nutrients, the choice of the number of components and their definition should be driven by their association with several chronic diseases, so as to improve the predictive capacity, and the purpose of the MD index in terms of defining appropriately the MD.

Conclusion

Overall, the indexes herein revised appear to have limitations, especially regarding the interpretation and comparison of risks associated with chronic diseases or mortality. This is due to their great heterogeneity with regard to the definition of the MD, components included and scoring scheme. Thus, the evaluation of the adherence to this dietary pattern and interpretation of results should be always made with caution and paying close attention to the particular index that was used in the study. Due to this heterogeneity in the definition of the MD, more studies are needed to establish clearer interpretations about the index of adherence to the MD and its relation to disease risk and mortality. Furthermore, efforts should be made to better characterize the components to be included in the definition of a MD dietary pattern index, as well as with regard to the evaluation on how the scoring scheme should be established to categorize the population into levels of adherence to the MD. However, the utility for promoting the pattern of the traditional Mediterranean diet

and their health benefits, as shown overall by these indexes, is well-established.

Acknowledgment

This work was supported by the Spanish Ministry of Health. Health Research Fund. PI12/00002, co-funded ERDF and It's part of the doctoral thesis named: "Relación entre ingesta y acumulación de productos de Maillard de la dieta con el status endógeno antioxidante/ oxidativo/ inflamatorio individual ("Índice de balance oxidativo") y con la calidad de la dieta.

References

- Wajers PMCM, Feskens EJM, Ocké MC. A critical review of predefined diet quality scores. *Br J Nutr* 2007; 97: 219-231.
- Hu FB. Dietary pattern analysis: a new direction in nutritional epidemiology. *Curr Opin Lipidol* 2002; 13: 3-9.
- Kourlaba G, Panagiotakos D. Dietary quality indices and human health: a review. *Maturitas* 2008; 62: 1-8.
- Willet WC, Sacks F, Trichopoulou A, Drescher G, Ferro-Luzzi A, Helsing E, Trichopoulos D. Mediterranean diet pyramid: a cultural model for healthy eating. *Am J Clin Nutr* 1995; 61: 1402S-1406S.
- Martínez-González MA, Bes-Rastrollo M. Dietary patterns, Mediterranean diet and cardiovascular disease. *Curr Opin Lipidol* 2014; 25: 20-26.
- Rees K, Hartley L, Flowers N, Clarke A, Hooper L, Thorogood M, Stranges S. Mediterranean dietary pattern for the primary prevention of cardiovascular disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2013; 8: CD009825. doi: 10.1002/14651858.CD009825.
- Saura-Calixto F, Goñi I. Definition of the Mediterranean diet based on bioactive compounds. *Food Science and Nutr* 2009; 49: 145-152.
- Trichopoulou A, Costacou T, Barnia C, Trichopoulos D. Adherence to a Mediterranean Diet and survival in a greek population. *N Engl J Med* 2003; 348: 2599-2608.
- Cottet V, Bonithon-Kopp C, Kronborg O, Santos L, Andreatta R, Boutron-Ruault MC, Faivre J, European Cancer Prevention Organisation Study Group. Dietary patterns and the risk of colorectal adenoma recurrence in a european intervention trial. *Eur J Cancer Prev* 2005; 14: 21-29.
- Serra-Majem L, Roman B, Estruch R. Scientific evidence of interventions using the Mediterranean diet: a systematic review. *Nutr Rev* 2006; 64: S27-S47.
- Psaltopoulou T, Sergentanis TN, Panagiotakos DB, Sergentanis IN, Kosti R, Scarmeas N. Mediterranean diet stroke, cognitive impairment, and depression: A meta-analysis. *Ann Neurol* 2013; 74: 580-591.
- The InterAct Consortium, Romaguera D, Guevara M, Norat T, Langenberg C, Forouhi NG, Sharp S, Slimani N, Schulze MB, Buijsse B, Buckland G, Molina-Montes E, Sánchez MJ, Moreno-Iribas MC, Bendinelli B, Grioni S, van der Schouw YT, Arriola L, Beulens JW, Boeing H, Clavel-Chapelon F, Cottet V, Crowe FL, de Lauzon-Guillan B, Franks PW, González C, Hallmans G, Kaaks R, Key TJ, Khaw K, Nilsson P, Overvad K, Palla L, Palli D, Panico D, Quiros JR, Rolandsson O, Rommieu I, Sacerdote C, Spijkerman AM, Teucher B, Tjonneland A, Tormo MJ, Tumino R, Van der AD, Feskens EJ, Riboli E, Wareham NJ. Mediterranean diet and type 2 diabetes risk in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) study: the InterAct project. *Diabetes Care* 2011; 34: 1913-1918.
- Trichopoulou A, Barnia C, Trichopoulos. Mediterranean diet and survival among patients with coronary heart disease in Greece. *Arch Intern Med* 2005; 165: 929-935.
- Trichopoulou A, Kouris-Blazos A, Wahlqvist ML, Gnardellis C, Lagiou P, Polychronopoulos E, Vassilakou T, Lipworth L, Trichopoulos D. Diet and overall survival in the elderly. *BMJ* 1995; 311: 1457-1460.
- Sofi F, Macchi C, Abbate R, Gensini GF, Casini A. Mediterranean diet and health. *Biofactors* 2013; 39: 335-342.
- Mila-Villaruel R, Bach-Faig A, Puig J, Puchal A, Farran A, Serra-Majem L, Carrasco JL. Comparison and evaluation of the reliability of indexes of adherence to the Mediterranean diet. *Public Health Nutr* 2011; 14: 2338-2345.
- Asghari G, Mirmiran P, Hosseini-Esfahani F, Nazeri P, Mehran M, Azizi F. Dietary quality among tehranian adults in relation to lipid profile: findings from the Tehran Lipid and Glucose Study. *J Health Popul Nutr* 2013; 31: 37-48.
- Trichopoulou A, Orfanos P, Norat T, Bueno-de-Mesquita B, Ocke MC, Peeters PH, van der Schouw YT, Boeing H, Hoffmann K, Boffeta P, Nagel G, Masala G, Krogh V, Panico S, Tumino R, Vineis P, Barnia C, Naska A, Benetou V, Ferrari P, Slimani N, Pera G, Martínez-García C, Navarra C, Rodríguez-Barranco M, Domaroso M, Spencer EA, Key TJ, Bingham S, Khaw KT y cols.: Modified Mediterranean and survival: EPIC-elderly prospective cohort study. *BMJ* 2005; 330: 991. doi: 10.1136/bmj.38415.644155.8F.
- Martínez-González MA, Fernández-Jarne E, Serrano-Martínez M, Martí A, Martínez JA, Martín-Moreno JM. Mediterranean diet and reduction in the risk of a first acute myocardial infarction: an operational healthy dietary score. *Eur J Nutr* 2002; 41: 153-160.
- Ciccarone E, Di Castelnuovo A, Salcuni M, Siani A, Giacco A, Donati MB, De Gaetano G, Capani F, Iacoviello L. A high-score Mediterranean dietary pattern is associated with a reduced risk of peripheral arterial disease in Italian patients with type 2 diabetes. *J Thromb Haemost* 2003; 1: 1744-1752.
- Sánchez-Villegas A., Bes-Rastrollo M, Martínez-González MA, Serra-Majem L. Adherence to a Mediterranean dietary pattern and weight gain in a follow-up study: the SUN cohort. *Int J Obes* 2006; 30: 350-358.
- Rumawas ME, Dwyer JT, Mckeown NM, Meigs JB, Rogers G, Jacques PF. The development of the Mediterranean-style dietary pattern score and its application to the american diet in the Framingham Offspring Cohort. *J Nutr Epidemiol* 2009; 139: 1150-1156.
- Scali J, Richard A, Gerber M. Diet profiles in a population sample from Mediterranean southern France. *Public Health Nutr* 2000; 4: 173-182.
- Alberti A, Fruttini D, Fidanza F. The Mediterranean Adequacy Index: Further confirming results on validity. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2009; 19: 61-66.
- Fung TT, McCullough ML, Newby PK, Manson JE, Meigs JB, Rifai N, Willet WC, Hu FB. Diet-quality scores and plasma concentrations of markers of inflammation and endothelial dysfunction. *Am J Clin Nutr* 2005; 82: 163-73.
- Agnoli C, Krogh V, Grioni S, Sieri S, Palli D, Masala G, Sacerdote C, Vineis P, Turmino R, Frasca G, Pala V, Berrino F, Chiodoni P, Mattiello A, Panico S. A Priori-Defined Dietary Patterns Are Associated with Reduced Risk of Stroke in a Large Italian Cohort. *J Nutr Epidemiol* 2011; 141: 1552-1558.
- Buckland G, González CA, Agudo A, Villardell M, Berenger A, Amiano P, Ardanaz E, Arriola L, Barricate A, Basterretxea, Chirlaque MD, Cirera L, Dorrosoro M, Egues N, Huerta JM, Larrañaga N, Marin P, Martínez C, Molina E, Navarro C, Quirós JR, Rodríguez L, Sánchez MJ, Torno MJ, Moreno-Iribas C. Adherence to the Mediterranean diet and risk of coronary heart disease in the spanish EPIC cohort study. *Am J Epidemiol* 2009; 170: 1518-1529.
- Woo J, Woo KS, Leung SSF, Chook P, Liu B, Ip R, Ho SC, Chan SW, Feng JZ, Celermajer DS. The Mediterranean score of dietary habits in Chinese populations in four different geographical areas. *Eur J Clin Nutr* 2001; 55: 215-220.
- Schröder H, Marrugat J, Vila J, Covas MI, Elosua R. Adherence to the traditional Mediterranean diet is inversely associated with body mass index and obesity in a spanish population. *J Nutr* 2004; 134: 3355-3361.

30. Pitsavos C, Panagiotakos DB, Tzima N, Chrysoshoou C, Economou M, Zampelas A, Stefanadis C. Adherence to the Mediterranean diet is associated with total antioxidant capacity in healthy adults: the ATTICA study. *Am J Clin Nutr* 2005; 82: 694-699.
31. Panagiotakos DB, Pitsavos C, Arvaniti F, Stefanadis C. Adherence to the Mediterranean food pattern predicts the prevalence of hypertension, hypercholesterolemia, diabetes and obesity, among healthy adults; the accuracy of the MedDietScore. *Prev Med* 2007; 44: 335-340.
32. Yang J, Farioli A, Korre M, Kales SN. Modified Mediterranean diet score and cardiovascular risk in a north american working population. *PLoS ONE* 2014; 9: e87539. doi: 10.1371/journal.pone.0087539.
33. Martínez-González MA, Fernández-Jarne E, Serrano-Martínez M, Martí A, Martínez JA, Martín-Moreno JM. Mediterranean diet and reduction in the risk of a first acute myocardial infarction: an operational healthy dietary score. *Eur J Nutr* 2002; 41: 153-160.
34. Martínez-González MA, García-Arellano A, Toledo E, Salas-Salvado J, Buil-Cosilaes P, Corella D, Covas MA, Schroder H, Arós F, Gómez-Gracia E, Fiol M, Ruiz-Gutierrez V, Lapetra J, Lamuela-Raventos RM, Serra-Majem L, Pintó X, Muñoz MA, Warnberg J, Ros E, Estruch R, for the PREDIMED Study Investigators. A 14-item Mediterranean diet assessment tool and obesity indexes among high-risk subjects: The PREDIMED Trial. *PLoS ONE* 2014; 7: e43134. doi:10.1371/journal.pone.0043134.
35. Sofi F, Macchi C, Abbate R, Gensini GF, Casini A. Mediterranean diet and health status: an updated meta-analysis and a proposal for a literature-based adherence score. *Public Health Nutr* 2013; 17: 2769-2782.
36. Sotos-Prieto M, Moreno-Franco B, Ordovas JM, León M, Casasnovas JA, Peñalvo JL. Design and development of an instrument to measure overall lifestyle habits for epidemiological research: the Mediterranean Lifestyle (MEDLIFE) index. *Public Health Nutr* 2015; 18 :959-967.
37. Schoder H, Marrugat J, Covas MI. High monetary costs of dietary patterns associated with lower body mass index: a population-based study. *Inter J Obesity* 2006; 30: 1574-1579.
38. Schroder H, Marrugat J, Vila J, Covas MI, Elousa R. Adherence to the traditional Mediterranean diet is inversely associated with body mass index and obesity in a spanish population. *J Nutr* 2004; 134: 3355-3361.
39. Praud, D, Bertuccio P, Bosetti C, Turati F, Ferraroni M, La Vecchia C. Adherence to the Mediterranean diet and gastric cancer risk in Italy. *Int J Cancer* 2013; 134: 2935-2941.
40. Misirli G, Benetou V, Lagiou P, Bamia C, Trichopoulos D, Trichopoulou A. Relation of the traditional Mediterranean diet to cerebrovascular disease in a Mediterranean population. *Am J Epidemiol* 2012; 176: 1185-1192.
41. Sofi F, Gori AM, Marcucci R, Innocenti G, Dini C, Genise S, Gensini GF, Abbate R, Surrenti C, Casini A. Adherence to a healthful life attenuates lipid parameters among a healthy Italian population. *Nutr Metab and Cardiovasc Dis* 2007; 17: 642-648.
42. Cuenca-García M, Artero EG, Sui MD X, Lee D, Hebert JR, Blair SN. Dietary indices, cardiovascular risk factors and mortality in middle-aged adults: findings from the Aerobics Center Longitudinal Study. *Ann Epidemiol* 2014; 24: 297-303.
43. Alkerwi A, Vernier C, Crichton GE, Sauvageot N, Shivappa N, Hebert JR. Cross-comparison of diet quality indices for predicting chronic disease risk: findings from the Observation of cardiovascular risk factors in Luxembourg (ORISCAV-LUX) study. *Br J Nutr* 2015; 113: 259-269.
44. Xingwang Y. Mediterranean diet, Healthy Eating Index-2005, and cognitive function in middle-aged and older puerto rican adults. *J Acad Nutr Diet* 2013; 113: 276-281.
45. Trichopoulou A, Bamia C, Norat T, Overvad K, Schmidt EB, Tjønneland A, Halkjaer J, Clavel-Chapelon F, Vercambre MN, Boutron-Ruault MC, Linseisen J, Rohrmann S, Boeing H, Weikert C, Benetou V, Psaltopoulou T, Orfanos P, Boffetta P, Masala G, Pala V, Panico S, Tumino R, Sacerdote C, Bueno-de-Mesquita, Ocke MC, Peeters PH, Van der Schouw YT, González C, Sanchez MJ, Chirlaque MD, Moreno C, Larrañaga N, Van Guelpen B, Jansson JH, Bingham S, Khaw KT, Spencer EA, Key T, Riboli E, Trichopoulos D. Modified Mediterranean diet and survival after myocardial infarction: the EPIC-Elderly study. *Eur J Epidemiol* 2007; 22: 871-881.
46. Hoevenaer-Blom MP, Nooyens ACJ, Kromhout D, Spijkerman AMW, Beulens JWJ, van der Schouw YT, Bueno-de-Mesquita B, Verschuren WMM. Mediterranean style diet and 12-year incidence of cardiovascular diseases: The EPIC-NL Cohort Study. *PLoS ONE* 2012; 7: e45458. doi: 10.1371/journal.pone.0045458.
47. Couto E, Boffetta P, Lagiou P, Ferrari P, Buckland G, Overvad K, Dahm CC, Tjønneland A, Olsen A, Clavel-Chapelon F, Boutron-Ruault MC, Cottet V, Trichopoulos D, Naska A, Benetou V, Kaaks R, Rohrmann S, Boeing H, von Ruesten A, Panico S, Pala V, Vineis P, Palli D, Tumino R, May A, Peeters PH, Bueno-de-Mesquita HB, Buchner L, Lund E, Skeie G, Engeset D, Gonzalez CA, Navarro C, Rodriguez L, Sánchez MJ, Amiano P, Barricarte A, Hallmans G, Johansson I, Manjer J, Wirfart E, Allen NE, Crowe F, Khaw KT, Wareham N, Moskal A, Slimani N, Jenab M, Romaguera D, Mouw T, Norat T, Riboli E, Trichopoulou A. Mediterranean dietary pattern and cancer risk in the EPIC cohort. *Br J Cancer* 2011; 104: 1493-1499.
48. Benetou V, Trichopoulou A, Orfanos P, Naska A, Lagiou P, Boffetta P, Trichopoulos. Conformity to traditional Mediterranean diet and cancer incidence: the Greek EPIC cohort. *Br J Cancer* 2008; 99: 191-195.
49. Psaltopoulou T, Naska A, Orfanos P, Trichopoulos D, Moun-tokalakis T, Trichopoulou A. Olive oil, the Mediterranean diet, and arterial blood pressure: the greek European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) study. *Am J Clin Nutr* 2004; 80: 1012-1018.
50. Schroder H, Fito M, Covas MI on behalf of the REGICOR investigators. 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.
51. Najafi M, Sheikhatvan M. Gender Differences in Coronary Artery Disease: Correlational study on dietary pattern and known cardiovascular risk factors. *Int Cardiovasc Res J* 2013; 7: 124-129.
52. Mosharraf S, Sharifzadeh G, Darvishzadeh-Boroujeni P, Roushi-Boroujeni H. Impact of the components of Mediterranean nutrition regimen on long-term prognosis of diabetic patients with coronary artery disease. *Atheroscler* 2013; 9: 337-343.
53. Di Giuseppe R, Bonanni A, Oliveri M, Di Castelnuovo A, Donati MB, De Gaetano G, Cerletti C, Iacoviello L. Adherence to Mediterranean diet and antropometric and metabolic parameters in an observational study in the Alto Molise region: The MOLI-SAL project. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2008; 18: 415-421.
54. Harmon BE, Boushey CJ, Shvetsov YB, Ettiene R, Reedy J, Wilkens LR, Le Marchand L, Henderson BE, Kolonel LN. Association of key diet-quality indexes with mortality in the Multiethnic Cohort: the Dietary Patterns Methods Project. *Am J Clin Nutr* 2015; 101: 587-597.
55. George SM, Ballard-Barbash R, Manson JE, Reedy J, Shikany JM, Subar AF, Tinker LF, Vitolins M, Neuhauser ML. Comparing indices of diet quality with chronic disease mortality risk in postmenopausal women in the Women's Health Initiative Observational Study: evidence to inform national dietary guidance. *Am J Epidemiol* 2014; 180: 616-625.
56. Reedy J, Krebs-Smith SM, Miller PE, Liese AD, Kahle LL, Park Y, Subar AF. Higher diet quality is associated with decreased risk of all-cause, cardiovascular disease and cancer mortality among older adults. *J Nutr* 2014 ;144: 881-889.
57. Li WQ, Park Y, Wu JW, Ren JS, Goldstein AM, Taylor PR, Hollenbeck AR, Freedman ND, Abnet CC. Index-based dietary patterns and risk of esophageal and gastric cancer in a large cohort study. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2013; 11: 1130-1136.
58. Jacobs S, Harmon BE, Boushey CJ, Morimoto Y, Wilkens LR, Le Marchand L, Kroger J, Schulze MB, Kolonel LN, Maska-

- rinec G. A priori-defined diet quality indexes and risk of type 2 diabetes: the Multiethnic Cohort. *Diabetologia* 2015; 58: 98-112.
59. De Koning L, Chiuev SE, Fung TT, Willet WC, Rimm EB, Hu FB. Diet-quality scores and the risk of type 2 diabetes in men. *Diabetes Care* 2011; 34: 1150-1156.
 60. Tobias DK, Hu FB, Chavarro J, Rosner B, Mozaffarain D, Zhang C. Healthful dietary patterns and type 2 diabetes mellitus risk among women with a history of gestational diabetes mellitus. *Arch Inter Med* 2012; 172: 1566-1572.
 61. Zeng FF, Xue WQ, Cao WT, Wu BH, Xie HL, Fan F, Zhu HL, Chen YM. Diet-quality scores and risk of hip fractures in elderly urban Chinese in Guangdong, China: a case-control study. *International Osteoporos Int* 2014; 25: 2131-2141.
 62. Agnoli C, Grioni S, Sieri S, Palli D, Masala G, Sacerdote C, Vineis P, Tumino R, Giurdanell MC, Pala V, Berrino F, Mattiello A, Panico S, Krogh V. Italian Mediterranean Index and risk of colorectal cancer in the Italian section of the EPIC cohort. *Int J Cancer* 2013; 132: 1404-1411.
 63. Buckland G, Agudo A, Travier N, Huerta JM, Cirera L, Torno MJ, Navarro C, Chirlaque MD, Moreno-Iribas C, Ardanaz E, Barricarte A, Etxeberria J, Marin P, Quirós JR, Redondo M-L, Larrañaga N, Amiano P, Dorronsoro M, Arriola L, Basterretxea M, Sánchez MJ, Molina E, González CA. Adherence to the Mediterranean diet reduces mortality in the Spanish cohort of the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC-Spain). *Br J Nutr* 2011; 106: 1581-1591.
 64. Buckland G, González CA, Agudo A, Vilardell M, Berenguer A, Amiano P, Ardanaz E, Arriola L, Barricarte A, Basterretxea M, Chirlaque MD, Cirera L, Dorronsoro M, Egues N, Huerta JM, Larragaña N, Marin P, Martínez C, Molina E, Navarro C, Quirós JR, Rodríguez L, Sánchez MJ, Tormo M-J, Moreno-Iribas C. Adherence to the Mediterranean diet and risk of coronary heart disease in the Spanish EPIC cohort study. *Am J Epidemiol* 2009; 170: 1518-1529.
 65. Buckland G, Agudo A, Luján L, Jakczyn P, Bueno-de-Mesquita HB, Palli D, Boeing H, Carneiro F, Krogh V, Sacerdote C, Tumino R, Panico S, Nesi G, Manjer J, Regner S, Johansson I, Sten ling R, Sánchez M-J, Dorronsoro M, Barricarte A, Navarro C, Quirós JR, Allen NE, Key TJ, Bingham S, Kaabs R, Overland K, Jensen M, Olsen A, Tjønneland A, Peeters PHM, Numans ME, Ocké MC, Clavel-Chapelon F, Morois S, Boutron-Ruault M-C, Trichopoulou A, Lagiou P, Trichopoulos D, Lund E, Couto E, Boffeta P, Jenab M, Riboli E, Romaguera D, Mouw T, González CA. Adherence to a Mediterranean diet and risk of gastric adenocarcinoma within the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) cohort study. *Am J Clin Nutr* 2010; 91: 381-390.
 66. Romaguera D, Norat T, Vergnaud A-C, Mouw T, May AM, Agudo A, Buckland G, Slimani N, Rinaldi S, Couto E, Clavel-Chapelon F, Boutron-Ruault M-C, Cottet V, Rohrmann S, Teucher B, Bergmann M, Boeing H, Tjønneland A, Halkjaer J, Jakobsen MU, Dahm CC, Travier N, Rodríguez L, Sánchez M-J, Amiano P, Barricarte A, Huerta JM, Luan J, Wareham N, Key TJ, Spencer EA, Orfanos P, Naska A, Trichopoulou A, Palli D, Agnoli C, Mattiello A, Tumino R, Vineis P, Bueno-de-Mesquita HB, Buchner FL, Manjer J, Wirfalt E, Johansson I, Hellstrom, Lund E, Braaten T, Engeset D, Odysseos A, Riboli E, Peeters PHM. Mediterranean dietary patterns and prospective weight change in participants of the EPIC-PANACEA project. *Am J Clin Nutr* 2010; 92: 912-921.
 67. The InterAct project. Mediterranean diet and type 2 diabetes risk in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) study. *Diabetes Care* 2011; 34: 1913-1918.
 68. Sánchez-Tainta A, Zazpe I, Bes-Rastrollo M, Salas-Salvadó J, Bullo M, Sorlí JV, Corella D, Covas MI, Arós F, Gutiérrez-Bedmar M, Fiol M, García de la Corte F, Serra-Majem L, Pinto X, Schroeder H, Ros E, López-Sabater MC, Estruch R, Martínez-González MA, For the PREDIMED study investigators. Nutritional adequacy according to carbohydrates and fat quality. *Eur J Nutr*. doi:10.1007/s00394-014-0828-3.
 69. Zaragoza A, Ferrer R, Cabañero MJ, Hurtado JA, Laguna A. Adherencia a la dieta mediterránea y su relación con el estado nutricional en personas mayores. *Nutr Hosp* 2015; 31: 1667-1674.
 70. Kourlaba G, Panagiotakos D, Stavrinou V. The diagnostic accuracy of composite indices is associated with the number of partitions of their components: A simulation study. *Adv Appl Stat* 2008; 8: 89-99.



Revisión

Consumption of cherries as a strategy to attenuate exercise-induced muscle damage and inflammation in humans

Leonardo Coelho Rabello de Lima¹, Claudio de Oliveira Assumpção², Jonato Prestes³
and Benedito Sérgio Denadai¹

¹Department of Physical Education, São Paulo State University, Rio Claro. ²Physical Education and Sports Institute, Federal University of Ceará, Fortaleza. ³Graduation Program on Physical Education, Catholic University of Brasília (Brasília), Brazil.

Abstract

Background: exercise-induced muscle damage (EIMD) is a multifactorial phenomenon that induces muscle function loss because of mechanical and immune stressor stimuli. This immunological stress is mostly caused by inflammation and increased oxidative status. Cherries are fruits that contain a phenolic compound known as anthocyanin, which serves as a pigment in natura. However, research suggests this pigment might provide a potent antioxidant and anti-inflammatory strategy when consumed by humans.

Objectives: the aim of this study was to critically review the literature on cherry consumption focusing on identifying protective strategies against EIMD conferred by it.

Methods: a research was performed in PubMed database. This review presents the results about cherry consumption and EIMD.

Results: the articles identified in this review support the notion that tart cherry consumption attenuates EIMD symptoms after intense exercise bouts. This attenuation seems to be related to the antioxidant and anti-inflammatory properties of anthocyanins and other phenolic compounds present in tart cherries.

Conclusion: daily consumption of tart cherries may attenuate inflammatory and oxidative responses to EIMD, leading to faster recovery after exercise bouts.

(Nutr Hosp. 2015;32:1885-1893)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9709

Keywords: Cherries. Muscle damage. Flavonoids. Anthocyanins. Recovery.

EL CONSUMO DE CEREZAS COMO ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN DEL DAÑO MUSCULAR Y LA INFLAMACIÓN EN SERES HUMANOS

Resumen

Introducción: el daño muscular es un fenómeno multifactorial que conduce a la pérdida de la función muscular como resultado de la tensión mecánica e inmune. Este estrés inmunológico es causado principalmente por la inflamación y el estado oxidativo aumentado. Las cerezas son frutas que contienen antocianinas con compuestos fenólicos conocidos, que sirven como pigmento en la naturaleza. Entre tanto, los estudios sugieren que este pigmento puede promover un potente efecto antioxidante y antiinflamatorio cuando se consume por los seres humanos.

Objetivos: el objetivo de este estudio fue realizar una revisión crítica de la literatura sobre el consumo de cerezas, con un enfoque en la identificación de las estrategias de protección contra el daño muscular.

Métodos: se realizó una encuesta en la base de datos PubMed. Esta revisión presenta los resultados para el consumo de cerezas y daño muscular.

Resultados: los artículos que se encuentran en esta revisión apoyan la idea de que el consumo de cerezas alivia los síntomas de daño muscular después de las sesiones de ejercicio. Esta atenuación parece estar relacionada con las propiedades antioxidante y antiinflamatoria de las antocianinas y otros compuestos fenólicos presentes en las cerezas.

Conclusión: el consumo diario de cerezas puede aliviar la respuesta inflamatoria y oxidativa de los entrenamientos y conseguir una recuperación más rápida de los marcadores de daño muscular.

(Nutr Hosp. 2015;32:1885-1893)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9709

Palabras-claves: Cerezas. Daño muscular. Flavonoides. Antocianinas. Recuperación.

Correspondence: Leonardo Coelho Rabello de Lima.
Av. 24-A, 1515, Bela Vista, Rio Claro (São Paulo), Brazil.
ZIP: 13506-900.
E-mail: leonardoclima@gmail.com.

Recibido: 4-VIII-2015.
Aceptado: 19-VIII-2015.

Abbreviations

CH: Cherries.
CK: Creatine kinase.
COX: Cyclooxygenase.
CRP: C-reactive protein.
DOMS: Delayed-onset muscle soreness.
EIMD: Exercise-induced muscle damage.
IGF-1: Insulin-like growth factor-1.
IL-6: Interleukin-6.
NO: Nitric oxide.
PC: Protein carbonyls.
PLA: Placebo.
RANTES: Regulated on activation, normal T cell expressed and secreted.
ROS: Reactive oxygen species.
SOR - Soreness.
TAS: Total antioxidant status.
TBARS: Thiobarbituric acid reactive substances.
TNF- α : Tumor necrosis factor- α .

Introduction

Exercise-induced muscle damage (EIMD) refers to the disorganization of skeletal muscle induced by exercise¹, leading to strength loss, soreness (SOR), swelling and leakage of intracellular proteins [creatine kinase (CK) and myoglobin] to the blood stream². This phenomenon frequently occurs after bouts of unaccustomed exercise comprising eccentric contractions³. However, recent evidence shows that the inflammatory response to the mechanical disruption of the muscular tissue plays an important role in aggravating initial damage^{4,6}. This aggravation is referred to as the secondary damage response.

Many studies have investigated strategies to prevent and/or attenuate EIMD symptoms. For example, increasing muscle temperature⁷, performing maximal isometric contractions⁸ and augmenting flexibility levels⁹ before damaging bouts were proven to decrease some EIMD symptoms. Therapeutic massage was also proven to slightly accelerate recovery following EIMD¹⁰.

Many studies have investigated the effects of different supplementation types on EIMD prevention and recovery¹¹⁻¹³. The ingestion of tart¹⁴ cherries (CH) was proven to be a consistently effective supplementation strategy to attenuate EIMD¹⁵. The cause of this attenuation appears to be related to the antioxidant compound anthocyanin, which is abundant in dark-colored fruits and plants and, especially, CH¹⁶ and, also, to other phenolic compounds, such as quercetin. CH consumption has been reported to blunt the inflammatory response, resulting in secondary damage after bouts of damaging exercise¹⁷ and it has been suggested that the anthocyanins present in these cherries are one of the compounds responsible for this protection. Moreover, there are other compounds in cherries that are belie-

ved to play an important antioxidant and anti-inflammatory role.

Inflammation can trigger and worsen EIMD symptoms, such as soreness and strength loss. Inflammation can also cause extreme discomfort, which may compromise physical activity enthusiasts' and athletes' daily routines². Therefore, investigation of the prevention and recovery-enhancement potential of these symptoms is needed. The aim of this review was to critically evaluate the current literature regarding the use of CH in the prevention of, and recovery from, EIMD.

Exercise-Induced Muscle Damage

EIMD is a multifactorial phenomenon characterized by skeletal muscle function loss due to exercise-related stress². Although widely investigated over the last few decades, the exact mechanisms (and their respective contributions) which cause myocyte disruption during EIMD are still unclear. Two main factors induce EIMD, including mechanical (in a primary event) and inflammatory (in a secondary response) stress⁶. Both may occur when EIMD is elicited. However, the contribution of each to the damaging process remains to be determined. Therefore, for didactical purposes, the present study explained the two mechanisms separately, as illustrated in Figure I.

Primary Damage

A few decades ago, research focused on the soreness response to exercise and its underlying mechanisms. Francis¹⁸ reviewed the existing data on delayed onset muscle soreness (DOMS), dividing it into four theories: accumulation of lactic acid in the exercised muscle; muscular spasms; disruption of contractile tissue; and connective tissue damage. All theories agreed that eccentric contractions caused the highest level of DOMS.

With the advent of new technologies, evidence has confirmed that eccentric contractions lead to more accentuated changes in DOMS and other EIMD symptoms than isometric and concentric contractions^{19,20}. This exacerbated response is reported to occur due to a considerable part of the resistance against the external load during eccentric contractions being conferred by non-contractile structures of the sarcomere, such as titin, desmin, α -actinins and other ultrastructural components²¹. Morgan and Proske²² explained the disruption of non-contractile structures using the popping sarcomere hypothesis. This hypothesis states that serial sarcomeres are not homogeneous and respond differently to external tension. As muscle length increases during contraction, the contractile proteins in longer (and weaker) sarcomeres lose their overlapping property and stop producing active tension. This diminished active tension is compensated by increa-

sed passive tension exerted by the aforementioned non-contractile structures. This elevated tension leads to Z-line streaming and a consequent disorganization of the myocyte²³. The first mechanical damage can be evidenced by histological analyses, such as those performed by Lieber, Thornell and Friden²⁴.

It is worth mentioning that other non-contractile organelles, such as the sarcoplasmic reticulum, sarcolemma and T tubules, are also disrupted by mechanical stress¹. Upon sarcolemma disruption, an influx of Ca^{2+} occurs in the cytosol of the myocyte, which compromises excitation-contraction coupling. These events, along with Z-line disorganization and contractile protein (myosin and actin) tearing, may lead to muscle function loss and signaling to a secondary damage response⁵.

Secondary Damage

The secondary damaging response is believed to have its onset immediately after the primary mechanic event. Augmented Ca^{2+} concentration in the cytosol leads to myocyte membrane degradation through activation of enzymes like calpain and phospholipase A2^{25,26}. This membrane degradation process is cyclical because calpain and phospholipase A2 activation leads to membrane degradation of adjacent non-dama-

ged myocytes. This degradation augments permeability and, therefore, Ca^{2+} concentration. Additionally, the combination of eccentric contractions and aerobic exercise increases reactive oxygen species (ROS) production in the mitochondria during the respiratory chain, which aggravates damage via peroxidation of the myocyte membrane²⁷.

Myocyte membrane degradation is accompanied by the release of eicosanoids into the blood stream, triggering diapedesis (i.e., leukocyte migration to the damaged site). Neutrophils are the first leukocytes to reach the damaged tissue, peaking approximately 1 day after the damaging event²⁸. These neutrophils produce ELR⁺ CXC chemokines, attract other neutrophils and, most importantly, initiate removal of damaged or necrotic tissue through phagocytosis²⁹. ROS and lysosomal proteases are produced during this process, causing secondary injury to previously damaged fibers and damaging adjacent, non-damaged, fibers via oxidative stress³⁰.

In addition to neutrophils, monocytes also migrate to the damaged site, differentiating into macrophages and presenting concentration peaks 3-7 days after the first damaging events³¹. Beyond aiding neutrophils in the phagocytosis process (24 to 48 hours after the damaging bout), macrophages also signal for tissue repair by secreting cytokines like interleukin-6 (IL-6), insulin-like growth factor-1 (IGF-1), and leukemia

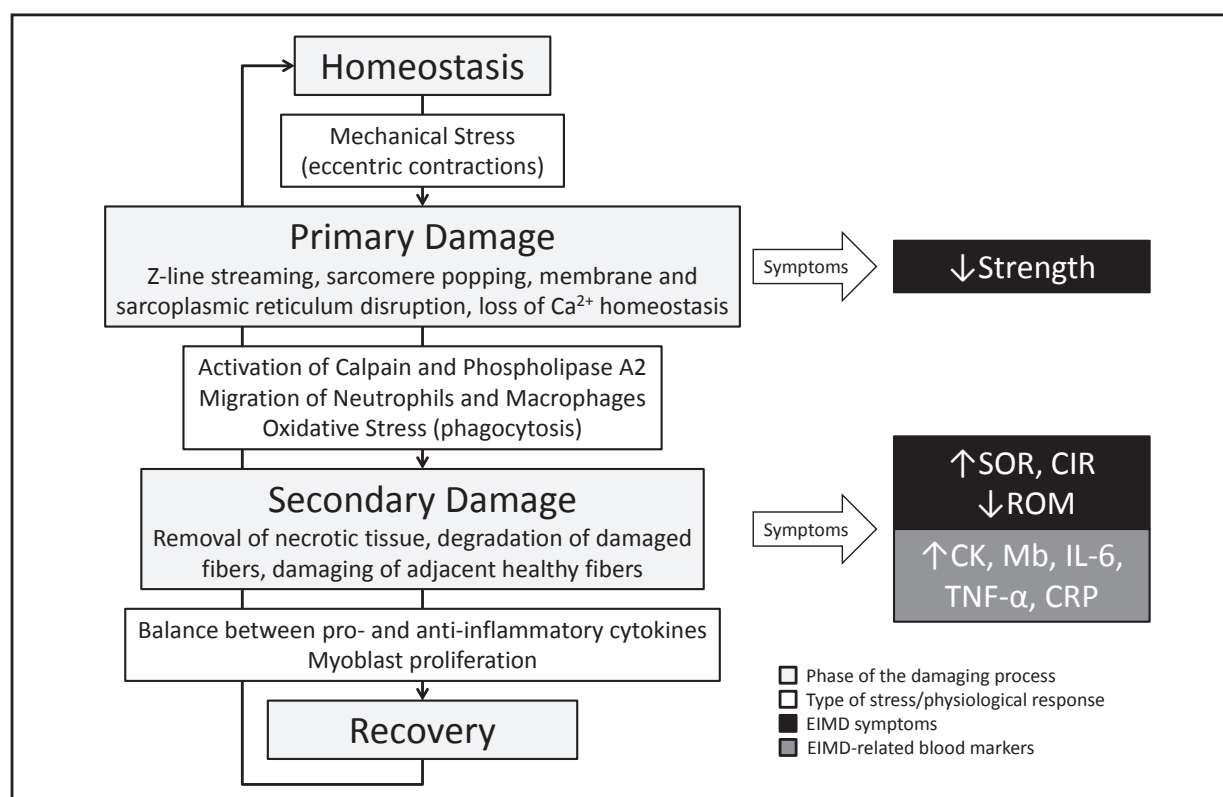


Fig. 1.—Representation of the damaging process dividing the phenomenon in two phases according to their mechanical and metabolic characteristics. SOR: muscle soreness; CIR: limb circumference; ROM: range of motion; CK: creatine kinase activity; Mb: myoglobin concentration in the blood stream; IL-6: interleukin-6; TNF- α : tumor necrosis factor alpha; CRP: c-reactive protein.

inhibitory factor, which are reported to enhance myoblast proliferation and repair muscle tissue³². Therefore, while neutrophils' functions are to remove damaged tissue, macrophages are believed to be the most important factor in muscle repair following EIMD³³.

The magnitude of the inflammatory process is regulated by pro- (IL-1 β , TNF- α , IL-6) and anti-inflammatory (IL-4, IL-5, IL-10, IL-13) cytokines³⁴. The release of cytokines during the inflammatory process regulates the adaptive cellular response. Balance between pro- and anti-inflammatory cytokines may augment cellular protection against new stimuli. However, elevated EIMD magnitudes promote an intense inflammatory response, increasing pro-inflammatory cytokines like TNF- α ³⁵. This particular cytokine is synthesized by macrophages and other types of cells, including myocytes, and has roles in the immune system cellular metabolism, apoptosis and protein breakdown³⁶.

Santos, Bassit, Caperuto and Costa Rosa³⁷ reported that subjects' prostaglandin and TNF- α levels increased immediately after a 30-kilometer run. These levels remained elevated up to 24 hours following the exercise session, when compared to baseline values. Nieman et al.³⁸ also observed elevated levels of TNF- α and other cytokines (IL-1, IL-6, and IL-8) in trained athletes after three-hours of running at 70% of $\text{VO}_{2\text{max}}$.

Based on the current literature, it is possible to assume that the intensity of the first damaging event (i.e., mechanical stress) regulates the magnitude of the secondary response (i.e., inflammatory stress). However, a considerable part of the damage caused to the myocyte appears to be related to the inflammatory response and, in some cases, the oxidative status during the first event⁶. Therefore, it seems reasonable to investigate the control of the secondary response to EIMD and oxidative status during both events.

Cherries, Oxidative Stress, and Inflammation

Dietary supplement use has increased in recent decades. A wide range of products currently exist that can produce health- and performance-related benefits¹¹⁻¹³. Phytochemicals are among these products believed to offer several benefits³⁹. Anthocyanins are phytochemical compounds that have been extensively studied¹⁵. Found in high concentrations in all tissues of most dark-colored fruits and plants, these compounds are pigments that act as a natural sunscreen¹⁶. Along with their aglycon and cyaniding, anthocyanins (alongside other phenolic compounds) have been shown to produce potent antioxidant and anti-inflammatory actions when consumed by humans⁴⁰.

In an *in vitro* study, van Acker et al.⁴¹ found that anthocyanins play an important role in the scavenging of nitric oxide (NO). NO is a free radical produced by macrophages during phagocytosis, which causes vasodilation and membrane damage, when in high con-

centrations. These effects are due to its precursor, peroxynitrite. Anthocyanins' NO scavenging activity has been shown to be 100 times more potent than that of glutathione, a natural antioxidant compound synthesized in the human body⁴¹. Wang et al.⁴² reported that CH anthocyanins and their aglycon, cyanidin, produced an antioxidant action similar to commercially available supplements. Moreover, it was found that these compounds provide a more potent anti-inflammatory effect than aspirin due to the inhibition of cyclooxygenase (COX) activity⁴². Cyclooxygenase and lipoxygenase are responsible for the biosynthesis of prostaglandins and thromboxane, two important mediators of inflammation⁴³. Accordingly, *in vitro* data from Seeram et al.⁴⁴ showed an inhibition of COX1 and COX2 induced by cyanidins from CH and berries. Wang and Mazza⁴⁵ also conducted an *in vitro* study investigating the effects of anthocyanins and other phenolic compounds on the production of TNF- α in artificially activated macrophages. Results showed a significant decrease in NO concentration (caused by NO scavenging) and, surprisingly, a dose-dependent increase in TNF- α production. This increase in TNF- α may contribute to inflammatory damage, which is contrary to what would be expected following consumption of anthocyanin rich products.

Jacob et al.⁴⁶ investigated the effects of consuming approximately 45 Bing cherries on plasma levels of urate, C-reactive protein (CRP), NO and TNF- α response. Results revealed that plasma urate, NO, and CRP levels significantly decreased after CH consumption. No changes in TNF- α levels were observed. A reduction in plasma urate concentration means that CH consumption might be a beneficial strategy to attenuate and prevent arthritic gout. Decreased NO and CRP levels after CH consumption indicate an antioxidant status, probably produced by anthocyanins present in CH. Although anthocyanins inhibit COX activity, the absence of TNF- α alterations indicate that this inflammation pathway might not be influenced by CH consumption. Using a similar research design, Bell et al.⁴⁷ investigated the effects of two dosages (30 and 60 ml) of Montmorency cherries on serum and urinary urate levels and antioxidant status. It was found that the 60 ml dosage was associated with significantly higher main anthocyanin (cyaniding-3-O-glucoside-rutinoside) bioavailability 1 hour after consumption. Interestingly, serum urate levels decreased and urinary urate levels increased, showing a urate eliminating effect induced by CH consumption. Bell et al.⁴⁷ found greater and faster changes in urate concentrations in both serum and urine due to Montmorency cherry consumption than Jacob et al.⁴⁶. Even taking differences in consumption protocols and assessments into account, these finds seems to indicate that Montmorency cherries have a more potent antioxidant effect than Bing cherries.

Kelley et al.⁴⁸ investigated the effects of the consumption of 45 CH on inflammation markers in healthy

adults. Decreases in CRP, NO and regulated on activation, normal T cell expressed and secreted (RANTES), a chemokine that promotes diapedesis of circulating monocytes, were observed. No significant alterations in TNF- α and IL-6 were evident. Using an animal model, Saric et al.⁴⁰ found decreases in thiobarbituric acid reactive substances (TBARS), lipid peroxidation, and COX 2 activity following CH consumption. Increased activity of antioxidant enzymes, such as superoxide dismutase and glutathione peroxidase, was also found. The authors suggest that the main antioxidant action produced by anthocyanins and their aglycones is the donation of electrons or hydrogen atoms from their hydroxyl portions to the circulating ROS.

The dissociated antioxidant and anti-inflammatory responses after CH consumption were not expected because CRP and NO are usually secreted by macrophages during phagocytosis, which is a process that occurs during inflammatory response. Additionally, inhibitions in COX activity and RANTES can be considered as markers of a blunted inflammatory response. Therefore, it is reasonable to consider that cherry consumption might also provide an anti-inflammatory effect, even though findings regarding IL-6 and TNF- α responses to CH consumption are inconsistent^{17,47,48}.

Cherries and Exercise-Induced Muscle Damage

CH's anti-inflammatory and antioxidant properties can be beneficial for patients with rheumatoid arthritis, atherosclerosis, and arthritic gout⁴⁶. These properties are also beneficial for athletes and physical activity enthusiasts that avoid elevated EIMD magnitudes. Considering that the secondary response to EIMD contributes to damage via inflammation and oxidative stress⁶, CH consumption might be considered a viable, low-cost, strategy to prevent this damage. Indeed, there is a growing body of evidence showing that CH consumption blunts the secondary response to EIMD (Table I).

Connolly et al.⁴⁹ conducted the first study investigating the effects of CH consumption on EIMD. Using a cross-over design, subjects ingested either tart CH juice or a placebo (PLA) (industrialized juice with no phytochemical properties) four days before, on the day, and four days after performing an exercise bout consisting of two sets of 20 maximal eccentric contractions of the elbow flexors. Results revealed that strength loss (4 N·m four days after the damaging bout for CH vs. 22 N·m for PLA at the same time point) and soreness (CH: 2.4 cm four days after the damaging vs. PLA: 3.2 cm at the same time point) were attenuated when subjects consumed CH. Although the authors did not assess any markers of inflammation or oxidative status, it was speculated that anthocyanins provided an anti-inflammatory and antioxidant effect, blunting the secondary damage event.

Similarly, Kuehl et al.⁵⁰ employed a randomized controlled trial design to investigate the effects of tart CH juice vs. PLA on soreness seven days before, and during, a relay race (in which each participant ran at least 20 km). The race was downhill, starting at altitude and finishing at sea level, which is known to induce significant EIMD⁵¹. The authors found reductions in soreness immediately post-race for the CH group. No inflammatory or oxidative stress markers were assessed. Similar to Connolly et al.⁴⁹, the authors speculated that CH juice's anti-inflammatory and antioxidant properties protected against soreness. Moreover, the authors believed that acute soreness was caused mostly by oxidative stress. This stress might have been reduced by the scavenging of ROS, induced by the phenolic compounds present in the CH juice. The studies of Connolly et al.⁴⁹ and Kuehl et al.⁵⁰ were important in the investigation of the effects of CH consumption on EIMD protection/recovery. However, although well controlled, their approaches to the problem were simplistic, considering the many alternative markers that can be assessed to investigate EIMD, such as inflammation.

Howatson et al.¹⁷ conducted the first study ever to investigate the effects of CH consumption on EIMD based on inflammatory and oxidative stress markers. Using a randomized placebo trial, the authors recruited runners participating in the London marathon and assigned them to either a CH or PLA (fruit flavored concentrate with no phytochemical properties) group. All participants consumed their respective juices five days before, during, and two days after, the marathon. Markers of EIMD (strength, soreness, CK), inflammation (CRP, IL-6 and uric acid) and oxidative status [total antioxidant status (TAS), TBARS and protein carbonyls (PC)] were assessed before, immediately after, and two days after, the marathon. Strength was the only EIMD marker that presented a significant group-time interaction. Immediately after the marathon, both groups had similar losses in strength. However, the CH group subsequently presented a significantly faster recovery in strength when compared to the PLA group. The former returned to baseline 48 hours after the race while the latter did not fully recover until the end of the experiment. As for inflammation markers, the PLA group presented significantly higher CRP, IL-6 and uric acid peaks immediately after the marathon. Uric acid and CRP values were also significantly higher in the PLA group 24 h following the race. The TAS was significantly higher in the CH group immediately after the marathon. The PLA group presented significantly higher TBARS values 48 h after the marathon. Howatson et al.'s¹⁷ results are similar to those of Connolly et al.⁴⁹ and Kuehl et al.⁵⁰. However, Howatson et al.'s¹⁷ study marked the first time a concrete relationship between CH consumption and EIMD protection could be partially demonstrated, as it was the first study to investigate inflammatory and oxidative status. One limitation of this study was the use of a zero calorie PLA.

Experimental data from Febbraio et al.⁵² indicates that carbohydrate consumption alone can modulate acute IL-6 response. Therefore, the carbohydrates present in the CH beverage could have influenced the results because they were absent in the PLA. However, Bell et al.¹⁴ evidenced an attenuation of IL-6 following CH concentrate consumption despite using an isocaloric PLA (i.e., containing the same amount of calories as the CH juice). Moreover, the results of Howatson et al.¹⁷ differed from those of Kelley et al.⁴⁸, which found pro-inflammatory cytokine alterations after CH consumption. This difference might be justified by the absence of an exercise stimulus in the study of Kelley et al.⁴⁸. The regulation of IL-6 conferred by CH consumption appears to only be significant in a pro-inflammatory status.

Bowtell et al.⁵³ also investigated associations between CH consumption, EIMD and oxidative response following a damaging bout. Their study consisted of a cross-over design in which subjects consumed either CH concentrate or a PLA (fruit concentrate without phytochemical properties) seven days before, during, and two days after performing an intensive resistance exercise protocol. The protocol consisted of 10 sets of 10 contractions of knee extensors at 80% of 1RM. The results supported Howatson et al.¹⁷, showing similar strength losses immediately after the exercise bout for both conditions, but a faster recovery associated with CH consumption. Oxidative status, represented by PC, was higher in the PLA group during each assessed time point (i.e., 24 and 48 h after the exercise bout). These results corroborate those of Howatson et al.¹⁷, showing an association between strength recovery and the antioxidant status conferred by CH consumption. The use of a cross-over design by Connolly et al.⁴⁹ and Bowtell et al.⁵³ may be a limitation, considering the manifestation of the repeated bout effect. There is, in fact, strong evidence pointing to contralateral protection conferred by damaging bouts^{54,55}.

Half of the aforementioned studies adopted damaging protocols that imposed mechanical stimuli through intense eccentric contractions^{49,53}. The other half adopted protocols that induced EIMD through combined low-level mechanical, and high-level oxidative stress through long distance running^{17,50}. CH consumption provided considerable protection against EIMD induced by both types of stimuli. However, considering the dissociation between stimulation strategies, Bell et al.¹⁴ investigated the efficacy of CH concentrate consumption on protection from oxidative stress-induced damage to muscle cells in the absence of mechanical rupture. The researchers recruited trained cyclists and separated them into two groups (CH concentrate consumption vs. PLA). Both groups completed three separate trials of 66 sprint incorporated within nine sets on a cycle ergometer. Participants consumed their respective supplements four days before and on the days of the trials. Inflammation and oxidative markers were assessed at base-

line, before, and after each trial. Performance during the trials was also monitored. A significant time effect was identified for CK, with no interaction between groups. The same result was found for trial performance. Significant time-group interactions were identified for IL-6, CRP and lipid peroxidation. Each of these markers was significantly higher in the PLA group after each trial. Additionally, lipid peroxidation was significantly lower compared with baseline values for the CH group, even after the exercise bouts. This finding showed that phytochemicals present in CH could confer a potent antioxidant defense, even in situations when oxidative stress should be extremely elevated (as occurred for the PLA group). These findings confirm that CH consumption significantly reduces inflammatory and oxidative status. However, this protection did not influence EIMD markers since the cycling activity did not impose significant mechanical stress to the sarcomeric apparatus. Therefore, it appears that CH consumption does not only accelerate recovery when EIMD manifests, but also protects against oxidative stress induced by strenuous, non-damaging, exercises.

Bell et al.⁵⁶ used a similar approach to investigate alterations in oxidative status, inflammation, and performance after a high-intensity stochastic cycling protocol. Sixteen well-trained cyclists were divided into two groups (CH concentrate consumption and PLA) and performed 9 sets of 66 cycling sprints. Performance (maximal voluntary isometric contractions of the knee extensors, cycling efficiency and peak power during 6-second sprints) was measured before, and 1-3 days after, the exercise bout. Inflammation markers (CRP, IL-1- β , IL-8, IL-6 and TNF- α), oxidative status (lipid hydroperoxides) and EIMD (CK and soreness) were assessed at baseline, immediately before, immediately after, and 1, 3, 5, 24, 48, and 72 hours after the stochastic cycling. A significant group effect was identified for maximal voluntary isometric force. Only the PLA group presented decrements for this marker. Only the PLA group experienced impaired cycling efficiency 24 hours after the exercise bout. A significant time effect was identified for peak power in the 6-second cycling test with no differences between groups. The same occurred for soreness, TNF- α , IL-8, lipid hydroperoxides, and CK. A significant group effect was found for IL-6 and CRP, with the CH group presenting lower levels of these inflammatory markers. The results from Bell et al.⁵⁶ confirm previous findings that Montmorency CH confers an anti-inflammatory effect after strenuous exercise. Most importantly, this study found no strength alterations in the CH group, differing from the PLA group. Additionally, the loss of cycling efficiency (which is known to be related to strength loss) was significantly greater for the PLA group 24 hours after the stochastic cycling. These results indicate that CH not only helps with recovery after strenuous exercise, but also may prevent performance decrements.

Table I
Summary of studies that investigated the effects of cherry consumption on inflammation, oxidative stress and exercise-induced muscle damage.

Study	Population	Dosage Strategy	Exercise Bout	Muscle Damage	Oxidative Stress	Inflammation
Connolly et al.49	14 male college students	355 ml twice a day: 3 days pre-, at, and 4 days post-EB	10 maximal eccentric contractions of the EF	↑ Strength recovery ↓ Soreness	N/A	N/A
Kuehl et al.50	54 healthy runners	355 ml twice a day: 7 days pre- and at the EB.	20 km downhill running	↓ Soreness	N/A	N/A
Howatson et al.17	20 experienced runners	236 ml twice a day: 5 days pre-, at, and 2 days post-EB	Marathon running	↑ Strength recovery	↑ TAS ↓ TBARS	↓ CRP; IL-6; uric acid
Bowtell et al.53	10 well-trained intermittent sports athletes	30 ml twice a day: 7 days pre-, at, and 2 days post-EB	10x10 contractions of the KE with 80%1RM	↑ Strength recovery	↓ PC	N/A
Bell et al.14	16 well-trained cyclists	30 ml twice a day: 4 days pre-, and at each EB	High-intensity stochastic cycling	→ CK	↓ lipid peroxidation	↓ IL-6; CRP
Bell et al.56	16 well-trained cyclists	30 ml twice a day: 4 days pre-, at, and 3 days post-EB	High-intensity stochastic cycling	↓ Strength loss → CK; soreness	→ LOOH	↓ IL-6, CRP → IL-8; TNF-α; IL-1-β

EB, exercise bout; EF, elbow flexors; KE, knee extensors; CK, creatine kinase; TAS, total antioxidant status; TBARS, thiobarbituric acid reactive substances; PC, protein carbonyls; LOOH, lipid hydroperoxides; CRP, C-reactive protein; IL-6, interleukin-6; IL-8, interleukin-8; IL-1-β, interleukin-1-β; 1RM, one maximum repetition.

Conclusion

Robust evidence shows that the damaging process continues through an inflammatory response after an initial mechanical disruption. Oxidative stress also plays an important role in this aggravation under two possible situations: when ROS are present during an initial mechanical disruption or metabolic challenging activity, and when leukocytes secrete ROS during the inflammatory response. Many studies showed that anthocyanins and their aglycones present in CH provide potent antioxidant effects by scavenging circulating ROS. Evidence also supports an inhibitory effect of inflammatory pathways signaled by the consumption of these phytochemicals.

All studies investigating the effects of CH consumption on EIMD have found that it conferred greater protection than PLA. All studies that evidenced an accelerated EIMD recovery used Montmorency tart CH (*Prunus cerasus* L.) juice as treatment. Results show that, although not efficient to protect from mechanical stress, CH consumption is an efficient strategy to accelerate recovery from EIMD-inducing strenuous exercise. Furthermore, this strategy promotes additional health benefits, such as the prevention against rheumatoid arthritis, arthritic gout and atherosclerosis.

More studies are needed to investigate the effects of CH consumption on other strenuous exercises and EIMD markers. Most studies investigating CH consumption have used the same quantity of CH and similar consumption intervals. Future studies should investigate optimal CH dosages and consumption periods before the damaging bouts (i.e., loading phase). Additionally, more studies are necessary to precisely discriminate what bioactive compounds contribute to Montmorency CH's anti-inflammatory and anti-oxidant properties. Finally, it is somewhat intriguing that all CH consumption studies have found significant positive effects on strenuous exercise recovery. This trend may be due to either a potent effect or research-related biases. Thus, the scientific community might feel encouraged to reproduce published data and conduct new studies to clarify if Montmorency CH's bioactive properties are as potent as they appear. Investigations on this effect are still scarce, with a potential publication bias favoring positive results.

Acknowledgements

The authors would like to thank the São Paulo Research Foundation (FAPESP) for their financial support.

References

- Clarkson PM, Hubal MJ. Exercise-induced muscle damage in humans. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* 2002; 81(11): S52-69.
- Brentano MA, Martins Kruel LF. A review on strength exercise-induced muscle damage: applications, adaptation mechanisms and limitations. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* 2011; 51(1): 1-10.
- Nosaka K, Newton M. Difference in the magnitude of muscle damage between maximal and submaximal eccentric loading. *J. Strength Cond. Res.* 2002; 16(2): 202-208.
- Aoi W, Naito Y, Takanami Y, Kawai Y, Sakuma K, Ichikawa H, Yoshida N, Yoshikawa T. Oxidative stress and delayed-onset muscle damage after exercise. *Free Radic. Biol. Med.* 2004; 37(4): 480-487.
- Hirose L, Nosaka K, Newton M, Laveder A, Kano M, Peake J, Suzuki K. Changes in inflammatory mediators following eccentric exercise of the elbow flexors. *Exerc. Immunol. Rev.* 2004; 10: 75-90.
- Howatson G, Van Someren KA. The prevention and treatment of exercise-induced muscle damage. *Sports Med.* 2008; 38(6): 483-503.
- Nosaka K, Sakamoto K, Newton M, Sacco P. Influence of pre-exercise muscle temperature on responses to eccentric exercise. *J. Athl. Train.* 2004; 39(2): 132-137.
- Chen TC, Chen HL, Lin MJ, Chen CH, Pearce AJ, Nosaka K. Effect of two maximal isometric contractions on eccentric exercise-induced muscle damage of the elbow flexors. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2013; 113(6): 1545-1554.
- Chen CH, Nosaka K, Chen HL, Lin MJ, Tseng KW, Chen TC. Effects of flexibility training on eccentric exercise-induced muscle damage. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2011; 43(3): 491-500.
- Nelson N. Delayed onset muscle soreness: is massage effective? *J. Bodyw. Mov. Ther.* 2013; 17(4): 475-482.
- Askari G, Hajishafiee M, Ghiasvand R, Hariri M, Darvishi L, Ghassemi S, Iraj B, Hovsepian V. Quercetin and vitamin C supplementation: effects on lipid profile and muscle damage in male athletes. *Int. J. Prev. Med.* 2013; 4(Suppl1): S58-S62.
- Bassit RA, Pinheiro CH, Vitzel KF, Sproesser AJ, Silveira LR, Curi R. Effect of short-term creatine supplementation on markers of skeletal muscle damage after strenuous contractile activity. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2010; 108(5): 945-955.
- Nosaka K, Sacco P, Mawatari K. Effects of amino acid supplementation on muscle soreness and damage. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 2006; 16(6): 620-635.
- Bell PG, Walshe IH, Davison GW, Stevenson E, Howatson G. Montmorency cherries reduce the oxidative stress and inflammatory responses to repeated days high-intensity stochastic cycling. *Nutrients.* 2014; 6(2): 829-843.
- Bell PG, McHugh MP, Stevenson E, Howatson G. The role of cherries in exercise and health. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 2014; 24(3): 477-490.
- Damar I, Ekşi A. Antioxidant capacity and anthocyanin profile of sour cherry (*Prunus cerasus* L.) juice. *Food Chem.* 2012; 135(4): 2910-2914.
- Howatson G, McHugh MP, Hill JA, Brouner J, Jewell AP, Van Someren KA, Shave RE, Howatson SA. Influence of tart cherry juice on indices of recovery following marathon running. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 2010; 20(6): 843-852.
- Francis K. Delayed muscle soreness: a review. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 1983; 5(1): 10-13.
- Clarkson PM, Byrnes WC, McCormick KM, Turcotte LP, White JS. Muscle soreness and serum creatine kinase activity following isometric, eccentric, and concentric exercise. *Int. J. Sports Med.* 1986; 7(3): 152-155.
- Nosaka K, Newton M. Concentric or eccentric training effect on eccentric exercise-induced muscle damage. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2002; 34(1): 63-69.
- Lacourpaille L, Nordez A, Hug F, Couturier A, Dibie C, Guilhem G. Time-course effect of exercise-induced muscle damage on localized muscle mechanical properties assessed using elastography. *Acta Physiol.* 2014; 211(1): 135-146.
- Morgan DL, Proske U. Popping sarcomere hypothesis explains stretch-induced muscle damage. *Clin. Exp. Pharmacol. Physiol.* 2004; 31(8): 541-545.
- Lidstedt SL, LaStayo PC, Reich TE. When active muscles lengthen: properties and consequences of eccentric contractions. *New Physiol. Sci.* 2001; 256-261.
- Lieber RL, Thornell LE, Friden J. Muscle cytoskeletal disruption occurs within the first 15 min of cyclic eccentric contraction. *J. Appl. Physiol.* 1996; 80(1): 278-284.
- Gissel H. The role of Ca²⁺ in muscle cell damage. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 2005; 1066: 166-180.
- Verbourg E, Murphy RM, Stephenson DG, Lamb GD. Disruption of excitation-contraction coupling and titin by endogenous Ca²⁺-activated proteases in toad muscle fibres. *J. Physiol.* 2005; 564(Pt.3): 775-790.
- Mastaloudis A, Morrow JD, Hopkins DW, Devaraj S, Traber MG. Antioxidant supplementation prevents exercise-induced lipid peroxidation, but not inflammation, in ultramarathon runners. *Free. Radic. Biol. Med.* 2004; 15,36(10): 1329-1341.
- Pizza FX, Koh TJ, McGregor SJ, Brooks SV. Muscle inflammatory cells after passive stretches, isometric contractions, and lengthening contractions in mice. *J. Appl. Physiol.* 2002; 92(5): 187-188.
- Mastukawa A, Hogaboam CM, Lukacs NW, Kunkel SL. Chemokines and innate immunity. *Rev. Immunogenet.* 2000; 2(3): 339-358.
- Pizza FX, Peterson JM, Bass JH, Koh TJ. Neutrophils contribute to muscle injury and impairs its resolution after lengthening contractions in mice. *J. Physiol.* 2005; 562(Pt 3): 899-913.
- Koh TJ, Peterson JM, Pizza FX, Brooks SV. Passive stretches protect skeletal muscle of adult and old mice from lengthening contraction-induced injury. *A. Biol. Sci. Med. Sci.* 2003; 58(7): 592-597.
- Hawke TJ, Garry DJ. Myogenic satellite cells: Physiology to molecular biology. *J. Appl. Physiol.* 2001; 91(2): 534-551.
- Chazaud B, Brigitte M, Yacoub-Youssef H, Arnold L, Gherardi R, Sonnet C, Lafuste P, Chretien F. Dual and beneficial roles of macrophages during skeletal muscle regeneration. *Exerc. Sport Sci. Rev.* 2009; 37(1): 18-22.
- Pedersen BK, Akerström TC, Nielsen AR, Fischer CP. Role of myokines in exercise and metabolism. *J. Appl. Physiol.* 2007; 103(3): 1093-1098.
- Pillon NJ, Bilan PJ, Fink LN, Klip A. Cross-talk between skeletal muscle and immune cells: muscle-derived mediators and metabolic implications. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 2013; 304(5): E453-E465.
- Silveira EM, Rodrigues MF, Krause MS, Vianna DR, Almeida BS, Rossato JS, Oliveira LP, Curi R, Bittencourt PI. Acute exercise stimulates macrophage function: possible role of NF- κ B pathways. *Cell. Biochem. Funct.* 2007; 25(1): 63-73.
- Santos RV, Bassit RA, Caperuto EC, Costa Rosa LF. The effect of creatine supplementation upon inflammatory and muscle soreness markers after a 30k race. *Life Sci.* 2004; 75(16): 1917-1924.
- Nieman DC, Dumke CI, Hensom DA, McAnulty SR, McAnulty LS, Lind RH, Morrow JD. Immune and oxidative changes during and following the Western States Endurance Run. *Int. J. Sports Med.* 2003; 24(7): 541-547.
- Rebello CJ, Greenway FL, Finley JW. Whole grains and pulses: a comparison of the nutritional and health benefits. *J. Agric. Food Chem.* 2014; 62(29): 7029-7049.
- Saric A, Sobocanec S, Balog T, Kusic B, Sverko V, Dragovic-Uzelac V, Levaj B, Cosic Z, Macak Safranko Z, Marotti T. Improved antioxidant and anti-inflammatory potential in mice consuming sour cherry juice (*Prunus cerasus* cv. Maraska). *Plant Foods Hum. Nutr.* 2009; 64(4): 231-237.
- van Acker S, Tromp M, Haenen G, Vijgh W, Bast A. Flavonoids as scavengers of nitric oxide radical. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 1995; 214(3): 755-759.
- Wang H, Nair MG, Strasburg GM, Chang YC., Booren AM, Gray JJ, DeWitt DL. Antioxidant and anti-inflammatory activities of anthocyanins and their aglycon, cyanidin, from tart cherries. *J. Nat. Prod.* 1999; 62(2): 294-296.

43. Peake J, Nosaka K, Suzuki K. Characterization of inflammatory responses to eccentric exercise in humans. *Exerc. Immunol. Rev.* 2005; 11: 64-85.
44. Seeram NP, Momin RA, Nair MG, Bourquin D. Cyclooxygenase inhibitory and antioxidant cyanidin glycosides in cherries and berries. *Phytomedicine.* 2001; 8(5): 362-369.
45. Wang J, Mazza G. Effects of anthocyanins and other phenolic compounds on the production of tumor necrosis factor α in LPS/IFN- γ -activated RAW 264-7 macrophages. *J. Agric. Food Chem.* 2002; 50: 4183-4189.
46. Jacob RA, Spinozzi GM, Simon VA, Kelley DS, Prior RL, Hess-Pierce B, Kader A. Consumption of cherries lowers plasma urate in healthy women. *J. Nutr.* 2003; 133(6): 1826-1829.
47. Bell PG, Gaze DC, Davison GW, George TW, Scotter MJ, Howatson G. Montmorency tart cherry (*Prunus cerasus* L.) concentrate lowers uric acid, independent of plasma cyaniding-3-O-glucosiderutinoside. *J. Funct. Foods.* 2014; 11: 82-90.
48. Kelley DS, Rasooly R, Jacob RA, Kader AA, Mackey BE. Consumption of bing sweet cherries lowers circulating concentrations of inflammation markers in healthy men and women. *J. Nutr.* 2006; 136(4): 981-986.
49. Connolly DA, McHugh MP, Padilla-Zakour OI, Carlson L, Sayers SP. Efficacy of a tart cherry juice blend in preventing the symptoms of muscle damage. *Br. J. Sports Med.* 2006; 40(8): 679-683.
50. 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: 1-6.
51. Assumpção CO, Lima LC, Oliveira FB, Greco CC, Denadai BS. Exercise-induced muscle damage and running economy in humans. *ScientificWorldJournal.* 2013; 2013: 1-7.
52. Febbraio MA, Steensberg A, Keller C, Starkie RL, Nielsen HB, Krstrup P, Ott P, Secher NH, Pedersen BK. Glucose ingestion attenuates interleukin-6 release from contracting skeletal muscle in humans. *J. Physiol.* 2003; 549(Pt 2): 607-612.
53. 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): 1544-1551.
54. Howatson G, van Someren KA. Evidence of a contralateral repeated bout effect after maximal eccentric contractions. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2007; 101(2): 207-214.
55. Xin L, Hyldahl RD, Chipkin SR, Clarkson PM. A contralateral repeated bout effect attenuates induction of NF- κ B DNA binding following eccentric exercise. *J. Appl. Physiol.* 2014; 116(11): 1473-1480.
56. Bell PG, Walshe IH, Davison GW, Stevenson EJ, Howatson G. Recovery facilitation with montmorency cherries following high-intensity, metabolically challenging exercise. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 2015; 40(4): 414-423.



Revisión

Revisión metodológica para escribir y publicar casos clínicos: aplicaciones en el ámbito de la nutrición

Gerardo Martínez Martínez¹, Ana Lucía Noreña¹, José Miguel Martínez Sanz^{1,2}
y Rocío Ortiz Moncada^{1,2,3}

¹Departamento de Enfermería, Universidad de Alicante. ²Gabinete de Alimentación y Nutrición de la Universidad de Alicante (Alinua). ³Grupo de Investigación en Alimentación y Nutrición (ALINUT). ⁴Departamento de Enfermería Comunitaria, Medicina Preventiva y Salud Pública e Historia de la Ciencia, Universidad de Alicante.

Resumen

Introducción: en la actualidad, los casos clínicos suponen una importante herramienta docente con aplicaciones prácticas y contribuyen a la expansión del conocimiento de los profesionales de la salud.

Objetivos: revisar la metodología de elaboración de casos clínicos, mostrando las similitudes y diferencias en los criterios de formato y contenido que son solicitados para que los reportes de casos sean publicados.

Metodología: revisión bibliográfica en PubMed y Scielo entre 2005-2015, y rastreo manual de aquellas referencias más relevantes de los artículos seleccionados. Criterios de inclusión: artículos originales/revisiones bibliográficas en inglés/español/portugués publicados en cualquier país y que incluyan guías o recomendaciones sobre la redacción de casos clínicos.

Resultados: se encontraron 131 artículos, de ellos, 20 cumplieron los criterios de inclusión, añadiendo cinco artículos por rastreo manual. Las variables descritas fueron: objetivo, recomendaciones y conclusiones, presentadas en tres tablas: 1. Publicaciones referentes internacionales; 2. Revistas internacionales y 3. Revistas latinoamericanas.

Discusión: existen referentes internacionales que proporcionan directrices muy concretas cuando se precisa escribir y publicar un caso clínico. Tanto los referentes internacionales como las recomendaciones analizadas son coincidentes en su utilidad, aunque no existe una estandarización en su metodología. Son muy pocas las directrices que mencionan incluir el tratamiento dietético, el seguimiento y la evolución del mismo durante la situación clínica.

Conclusiones: se recomienda a los autores interesados en describir un caso clínico cuyo tratamiento sea principalmente nutricional, seguir una guía ajustada a la situación clínica a presentar, siendo la guía CARE una buena opción.

(Nutr Hosp. 2015;32:1894-1908)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9654

Palabras claves: Guías. Casos clínicos. Escritura. Publicación.

Correspondencia: Ana Lucía Noreña Peña.
Departamento de Enfermería. Universidad de Alicante.
Campus de Sant Vicent del Raspeig. Ap.99. E-03080, Alacant.
E-mail: ana.norena@ua.es

Recibido: 16-VII-2015.
Aceptado: 28-VIII-2015.

METHODOLOGY REVIEW FOR WRITING AND PUBLISHING CASE REPORT: APPLICATIONS ON THE NUTRITION FIELD

Abstract

Introduction: currently, case reports are an important teaching tool with practical applications and contribute to the expansion of knowledge of health professionals.

Objective: to review the methodology of developing case reports, showing similarities and differences in format and content criteria that are requested for case reports to be published.

Methodology: literature review in PubMed and Scielo between 2005-2015 and manual tracing of the most relevant references of selected articles. Inclusion criteria: original articles / literature reviews in English / Spanish / Portuguese published in any country and include guidelines or recommendations for the drafting of clinical cases.

Results: we found 131 articles, 20 met the inclusion criteria, adding 5 articles by manually tracing. The variables were described: objective, conclusions and recommendations presented in 3 tables; 1. International guide publication; 2. International journals and 3. Latin American journals.

Discussion: there are international benchmarks that provide when required to write and publish a case report very specific guidelines. Both international benchmarks analyzed the recommendations are consistent in their usefulness but there is no standardization in its methodology. Very few guidelines mentioned include dietary management, monitoring and evolution in the clinical situation.

(Nutr Hosp. 2015;32:1894-1908)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9654

Key words: Guideline. Case reports. Writing. Publishing.

Abreviaturas

CARE: Case Report

DeCS: Descriptores de Ciencias de la Salud

ECCA: Ensayo Clínico Controlado y Aleatorizado

MeSH: Medical Subject Headings

Introducción

En la actualidad, los casos clínicos suponen una importante herramienta docente tanto para autores como para lectores^{1,2} y contribuyen a la expansión del conocimiento de los profesionales de la salud^{2-9,27}. Son descripciones de casos con características únicas que se escriben de forma detallada, concisa, con aplicaciones prácticas y es por esta razón, que son considerados de gran importancia para el ámbito sanitario^{3,10}.

La literatura biomédica pone de manifiesto la necesidad de fomentar esta herramienta debido a que permite dotar al lector de evidencia científica con relación al caso que se reporta, el fenómeno o situación médica/nutricional descrita, así como el abordaje y seguimiento terapéutico. Si es reportado más de un caso clínico se denomina serie de casos clínicos y normalmente son descritos de 3 a 10 casos¹¹.

Los informes de casos clínicos constituyen la forma más antigua de comunicación médica^{1,3,9,12,13}. El reporte de un caso más antiguo data del 1600 A.C siendo una recopilación de 48 casos. Durante el siglo XX fueron degradados y situados en el primer escalón en la jerarquía de evidencia científica^{2,28} debido a los avances en el campo biomédico y el uso de nuevas tecnologías terapéuticas y diagnósticas¹⁰, así mismo de la epidemiología. Sin embargo, en las últimas décadas el número de casos clínicos publicados se ha visto notablemente incrementado^{11,14,28,29} debido a la necesidad de mejorar los cuidados de aquellos pacientes con enfermedades poco comunes y los aportes subsecuentes y derivados de investigar en casos poco frecuentes generando nuevas hipótesis para el seguimiento y el manejo clínico. El factor que más ha contribuido al resurgimiento de los casos clínicos ha sido el desarrollo de la publicación online¹¹.

Para algunos autores, el reporte de casos clínicos tiene varios propósitos relevantes: permiten descubrir efectos inesperados del tratamiento, -farmacológico, dietético o cambios en el estilo de vida- algunos de ellos beneficiosos, así como reconocer manifestaciones inesperadas de enfermedades comunes o descubrir nuevas patologías^{4,12,15-19}. También ayudan a prevenir errores en futuros casos²². Son utilizados, además, como una forma de comunicación científica y docente entre los profesionales²⁷, facilitando el continuo aprendizaje¹.

Se puede encontrar literatura publicada sobre cómo se deben escribir los reportes de casos clínicos incluyendo la descripción de las diferentes secciones que lo componen, sin embargo, cada revista tiene criterios

para la forma y el contenido en que se relata el caso, algo que afecta a la calidad y a la rigurosidad de los informes, lo que conlleva a éstos no ser incluidos en las guías de práctica clínica. Es por ello, que algunos autores han considerado la necesidad de estandarizar la metodología respecto al formato y contenido de cómo deber ser escrito un caso clínico debido a que no había un consenso internacional de cómo debe ser reportado^{16,20}.

Hasta la fecha los autores interesados en publicar este tipo de evidencia científica deben revisar el apartado 'Instrucciones para el Autor' en la revista en que desean publicar su trabajo, esta recomendación es adaptada para que el caso clínico cumpla con los criterios de aceptación, contenido y formato que cada revista confecciona^{2,3,9}. Lo mismo ocurre en las revistas del ámbito de la nutrición y la dietética, donde se debe revisar el apartado 'Instrucciones para el Autor', sin embargo, no se encuentran especificaciones para datos relacionados con el tratamiento nutricional, evolución de la alimentación, parámetros antropométricos u otras cuestiones de aspecto dietético-nutricional. A nivel internacional se ha hecho una puesta por generar checklist para asegurar la calidad del reporte y el contenido del caso clínico como la propuesta por la *BMC Medical Education*, la elaborada por la *Journal of Chiropractic Medicine* o la guía CARE de la *Journal of Medical Case Reports*. Estos documentos son concluyentes en contenido y se consideran una base para los investigadores que siguen interesados en publicar^{2,16,23}. Existen diferencias en el formato y contenido en las directrices y recomendaciones proporcionadas a los autores para escribir un caso clínico, surge de esta forma la necesidad de elaborar este artículo.

Este artículo tiene como objetivo revisar la metodología de elaboración de casos clínicos que las diferentes revistas solicitan a los autores, comparar con las guías internacionales de referencias y su aplicación en el ámbito nutricional.

Metodología

Estudio descriptivo de artículos científicos recuperados mediante revisión bibliográfica en las bases de datos: PubMed y SCIELO. La estrategia de búsqueda se formuló a partir de los descriptores de Ciencias de la Salud (DeCS): "Guideline", "Case Reports", "Writing" y "Publishing" y las diferentes ecuaciones de búsqueda como: [(Guideline) AND (Case Report) AND (Writing)].

Los criterios de inclusión definidos fueron: artículos originales y revisiones bibliográficas escritos en inglés, español o portugués y publicados en cualquier país entre enero de 2005 y marzo de 2015 que incluían guías o recomendaciones sobre la redacción de casos clínicos disponibles en texto completo. La búsqueda finalizó después de rastrear de forma manual las referencias relevantes que tuvieran relación con el tema de los artícu-

los seleccionados. Por otro lado, se excluyeron artículos cuyo contenido fuera: casos y series de casos clínicos que abarcaran la descripción de cualquier patología médica y tratamiento terapéutico, guías de práctica clínica y/o guías para el manejo de expedientes clínicos, estudios descriptivos y ECCA. El Cribaje de los artículos fue realizado por 2 investigadores, consensuándose la inclusión o exclusión de los artículos. Para recoger la información de aquellas indicaciones proporcionadas por cada uno de los artículos que cumplían los criterios de inclusión, se construyeron 3 protocolos de recogida de datos: 1 referentes a nivel internacional sobre cómo reportar un caso clínico; 2. Ejemplos de revistas que proporcionan recomendaciones para la escritura de un caso clínico y 3. Ejemplos de revistas latinoamericanas que también proporcionan recomendaciones para la escritura de un caso clínico. El protocolo estaba compuesto por las siguientes variables:

Autor/revista/año: autores, revista y año de publicación.

Título de la publicación.

Objetivo de la publicación.

Recomendaciones: directrices proporcionadas para los autores que quieran publicar casos clínicos.

Metodología: procedimientos y herramientas utilizadas para la elaboración de las recomendaciones.

Conclusiones: consideraciones finales halladas en los artículos y referentes internacionales analizados.

Checklist: presencia de una lista con ítems con aquellos apartados necesarios para el reporte de casos clínicos.

Se realizó un análisis descriptivo y comparativo de las diferencias y similitudes respecto a las directrices y recomendaciones proporcionadas a los autores para escribir un caso clínico, en contraste con la guía CARE, debido a su diseño y elaboración por consenso. Asimismo, para asegurar la calidad de los resultados, se han valorado las indicaciones de otros dos referentes internacionales.

Resultados

La figura 1, representa un diagrama de flujo sobre el proceso de selección de los estudios de revisión metodológica para escribir y publicar casos clínicos en el ámbito de la nutrición. Del total de los artículos identificados de las bases de datos (n=131), 20 cumplieron los criterios de inclusión. Además se obtuvieron 5 artículos más por rastreo manual, que correspondían a revisiones bibliográficas anteriores al año 2005. Los artículos finalmente seleccionados se ajustan a revisiones bibliográficas y artículos originales. Se presentan dentro de esta revisión ejemplos de revistas de distintas áreas como medicina, farmacia u odontología que proporcionan recomendaciones para la elaboración de casos clínicos.

En la tabla I se incluyeron 3 artículos que por su metodología y condiciones de elaboración se consi-

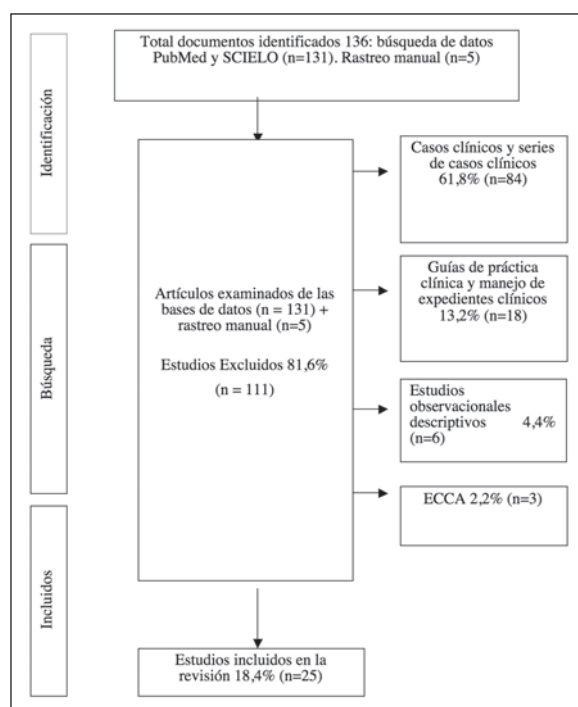


Fig. 1.—Diagrama de flujo sobre el proceso de selección de los estudios de revisión metodológica para escribir y publicar casos clínicos en el ámbito de la nutrición.

deraron como referentes -sobre cómo debe de reportarse y escribir un caso clínico-. Uno de los referentes, la guía CARE²³, fue confeccionada mediante un consenso con 3 fases que incluía: una revisión de la literatura sobre el tema y entrevistas a 27 participantes del consenso para generar elementos para la guía; una reunión de consenso con los participantes para debatir los elementos del reporte; y por último una reunión de retroalimentación, revisión y prueba piloto seguida de la finalización de la guía de casos clínicos. El referente elaborado por Green², se basó en la actualización de un artículo anterior del mismo autor utilizando una revisión de la literatura desde el 2000 hasta el 2006. Y el referente propuesto por Sorinola¹⁶ fue confeccionado mediante la revisión del apartado 'recomendaciones para el autor' de casos clínicos de 249 revistas examinando las indicaciones que proporcionaban respecto a la escritura. El reporte de los elementos que debe seguir el informe de un caso clínico de los referentes seleccionados eran expuestos en checklist y en el resto de artículos de esta revisión se incluyen recomendaciones, otros simplemente aportan una explicación de cómo se debe elaborar cada sección en cuanto a su contenido, extensión y la forma de escribirla.

En la tabla II se incluyeron 9 ejemplos de revistas internacionales^{3,6,9,14,17,19,24-26} que proporcionan recomendaciones para la escritura de un caso clínico. La tabla se divide en 5 secciones para resumir los aspectos más relevantes de los artículos seleccionados. Las variables utilizadas fueron: autor, revista, año y área

Tabla I
Referentes internacionales

<i>Autor/ Revista/Año</i>	<i>Título</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Recomendaciones</i>	<i>Metodología</i>	<i>Conclusiones</i>	<i>Checklist</i>
Joel J. Gagnier Deutsches Arzteblatt International 2013	The CARE Guidelines	Proporcionar una guía a nivel internacional para todas las revistas que publiquen casos clínicos	1. Título - “Caso clínico” junto al fenómeno más importante. 2. Palabras claves - Entre 2-5 palabras. 3. Resumen estructurado - Introducción. - Descripción del caso. - Conclusión. 4. Introducción - Breve y referenciando la literatura. 5. Información del paciente - Información demográfica. - Principales síntomas. - Historia médica familiar. - Dieta y estilo de vida. - Comorbilidades relevantes. - Intervenciones pasadas y resultados. 6. Hallazgos clínicos - Descripción de hallazgos importantes. 7. Cronología - Representación de datos y tiempos importantes del - caso (figuras/tablas). 8. Evaluación del diagnóstico - Señalando métodos, retos, razonamiento y pronóstico. 9. Intervención terapéutica - Tipo de intervención y administración 10. Seguimiento y resultados - Resumir el curso clínico y todas las visitas de seguimiento. 11. Discusión - Fortalezas y limitaciones del tratamiento, literatura médica, principales lecciones. 12. Perspectiva del paciente - Experiencia relevante del paciente. 13. Consentimiento informado - Consentimiento informado firmado por el paciente del caso.	Proceso basado en el consenso en tres frases: 1. Previa revisión de la literatura y entrevistas a los 27 participantes del consenso para generar elementos para la guía del reporte. 2. Reunión de consenso con los participantes para debatir los elementos del reporte. 3. Reunión de retroalimentación, revisión y prueba piloto seguida de la finalización de la guía de casos clínicos.	- La calidad actual de los casos clínicos es variante - Hasta la elaboración de la guía CARE, no existía una guía para el reporte de casos clínicos a nivel internacional. - La lista de 13 elementos aporta una estructura para la integridad y la transparencia de casos clínicos. - La guía tiene la limitación de ser redactada por consenso y por tanto por la opinión de sus participantes.	SÍ

Tabla I (cont.)
Referentes internacionales

<i>Autor/ Revista/Año</i>	<i>Título</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Recomendaciones</i>	<i>Metodología</i>	<i>Conclusiones</i>	<i>Checklist</i>
Bart N. Green Journal of Chiropractic Medicine 2006	How to write a case report for publication	Describir cómo y por qué escribir un caso clínico para su publicación en una revista científica.	1. Título Breve descripción del paciente. 2. Resumen estructurado 3. Introducción Como contribuye al conocimiento científico. Definición de términos relevantes. 4. Caso clínico Descripción cronológica del caso. 5. Discusión Opinión del autor. Comparar caso con otros similares. 6. Conclusión Qué se ha aprendido del caso.	Actualización de un artículo anterior (Green BN, Johnson CD. Writing patient case Reports for peer-reviewed journals; secrets of the trade. J Sports Chirpr Rehabil 2000;14:51-9) que fue creado utilizando una revisión de la literatura desde 2000 hasta 2006	- Los casos clínicos están en la primera línea de evidencia. - Una correcta preparación para el caso clínico es fundamental para que sea publicado.	Sí
Olanrewaju Sorinola BMC Medical Education 2004	Instructions to authors for case reporting are limited: A review of a core journal list	Conocer qué información es necesaria para escribir un caso clínico y ver qué diferencias existen entre las instrucciones para el autor de casos clínicos en distintas revistas.	1. Título -Debe facilitar la búsqueda del artículo. 2. Introducción -Describir si el caso es único. -Cómo contribuye el caso al conocimiento científico. -Describir puntos de aprendizaje. 3. Métodos y resultados -Describir historia, examen y hallazgos. -Opciones terapéuticas consideradas. -Resultados relacionados con tratamiento. 4. Discusión -Revisión de literatura casos similares. -Qué aspectos tiene el caso diferente al resto. 5. Extensión -Entre 500 – 2000 palabras. 6. Tablas figuras o ilustraciones -Normalmente limitadas a 1.	Se revisó el apartado “recomendaciones para el autor” de los casos clínicos de 249 revistas. Y se examinaron las recomendaciones respecto a la escritura.	- Existen diferencias entre las recomendaciones al autor para escribir casos clínicos y proporcionan más información en el estilo del informe que en el contenido. - Es necesario un consenso y una guía más consistente para las instrucciones al autor de los casos clínicos. - Es concebible que las instrucciones para el autor puedan variar de acuerdo a la categoría de la revista pero sigue siendo necesario un mínimo de estandarización en las guías.	Sí

de conocimiento, título, objetivo, recomendaciones y conclusiones. Entre sus recomendaciones la mayoría de artículos^{3,6,9,14,17,24,25} coinciden en la presencia de un título, resumen, introducción, descripción del caso clínico y la discusión aunque varían en su formato. Sin embargo uno de los artículos¹⁹ no presenta directrices respecto a contenido sino a formato: extensión del caso clínico y del resumen y número máximo de autores, referencias y figuras.

En la tabla III se incluyeron 3 ejemplos de revistas latinoamericanas^{1,5,13} que proporcionan recomendaciones para la escritura de un caso clínico. La tabla se divide en las mismas secciones que la tabla anterior. El único apartado donde los tres artículos^{1,5,13} coinciden, es en la discusión siendo iguales en su contenido, sin embargo en uno de los artículos¹³ se pueden encontrar apartados de un caso clínico nombrados de forma distinta como: 'fundamentación teórica' e 'identificación

de problemas' donde se hace hincapié en las causas de la evolución del tratamiento o la observación del paciente para hallar los signos clínicos.

Discusión

El estudio muestra que existen referentes internacionales que proporcionan directrices muy concretas cuando se precisa escribir y publicar un caso clínico. También, numerosas revistas de ámbito sanitario de diversas áreas, publican artículos sobre la escritura de casos clínicos. Tanto los referentes internacionales como las recomendaciones analizadas, son coincidentes en su utilidad para: la docencia, transmisión de conocimientos entre sanitarios y en la práctica clínica. Se destaca que no existe una estandarización de esta metodología a nivel internacional por lo que las directri-

Tabla II
Ejemplos de revistas internacionales que proporcionan recomendaciones para la escritura de un caso clínico

<i>Autor/ Revista/Año</i>	<i>Título</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Recomendaciones</i>	<i>Conclusiones</i>
Maja Ivancevic Otanjac Revista Médica Serbia 2015 Medicina	Writing a Case Report in English	Proporcionar directrices útiles para escribir un buen caso clínico	1. Normalmente las revistas limitan el número de palabras de un caso clínico en 1000-1500. 2. Un caso clínico puede comenzar por la descripción del caso sin introducción 3. El apartado "descripción del caso" debe exponer la presentación del caso (hallazgos del examen físico, resultados de la investigación, diagnóstico diferencial, tratamiento, resultado y progreso del paciente). 4. La discusión normalmente concluye el caso clínico y debe incluir claramente su propósito incluyendo los puntos de aprendizaje 5. Los conectores son una buena forma de conectar las ideas del texto de forma clara.	- Los autores deben usar conectores y frases cortas para hacer que el texto sea claro, conciso y legible.
L. özçakar European Journal of physical and rehabilitation Medecine 2013 Medicina	Writing a case report for the American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation and the European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine	Orientar a los autores en la selección de casos clínicos que puedan ser apropiados para la publicación y describir los elementos de un caso clínico	1. Título - Informativo - Contiene los principales aspectos del caso 2. Resumen - Breve resumen sobre el caso clínico 3. Introducción - Por qué debe ser el caso publicado de forma breve 4. Presentación del caso - Historia médica actual y pasada descrita cronológicamente - Hallazgos del examen físico, pruebas de laboratorio - Pueden usarse 1-2 tablas/figuras - Consentimiento informado. 5. Discusión - Explicación básica de hallazgo del autor 6. Conclusiones - Puntos de aprendizaje - Aporte al conocimiento médico 7. Carta de presentación - Justificación de la publicación del caso sirve - Por qué puede interesar al lector	- Los autores pueden mejorar su escritura gracias a los casos clínicos así como el pensamiento crítico. - Aplicar estas recomendaciones puede mejorar la calidad en cuanto a claridad y brevedad de los mensajes que se quieren transmitir. - Los autores deben seguir las recomendaciones de un mentor con experiencia en la escritura clínica para redactar correctamente un caso clínico. - Los casos clínicos pueden ser categorizados según su contenido. - Los casos clínicos pueden ayudar a mejorar el conocimiento médico.

Tabla II (cont.)

Ejemplos de revistas internacionales que proporcionan recomendaciones para la escritura de un caso clínico

<i>Autor/ Revista/Año</i>	<i>Título</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Recomendaciones</i>	<i>Conclusiones</i>
Deepak Juyal Education for Health 2013 Medicina	Writing Patient Case Reports for Publication	Dar a conocer qué criterios son utilizados para considerar que un caso debe ser publicado así como el formato que suele ser utilizado.	1. Título - Claro y breve. - Evitar palabras redundantes como "caso clínico" 2. Resumen - No es estructurado y contiene de 100 a 150 palabras. 3. Introducción - Debe ser un párrafo con menos de 100 palabras. 4. Descripción del caso - Presentado en orden cronológico incluyendo historia clínica, hallazgos de la exploración física, resultados de investigaciones, diagnóstico diferencial, tratamiento, seguimiento y diagnóstico final. - La información básica del paciente: edad, género, ocupación, etnicidad, alergias, pruebas de laboratorio, técnicas de imagen. - Los hallazgos negativos. 5. Discusión - Debe ser breve. - Los autores pueden sugerir sus propias hipótesis y sus opiniones sobre el caso - Se debe comparar el caso con lo publicado en la literatura. - Las lecciones deben quedar claras. 6. Agradecimientos - Los autores pueden agradecer brevemente a los compañeros. 7. Autoría - Debe ser restringida a quien ha contribuido, intelectual y sustancialmente en el manuscrito. - También pueden ser incluidos los clínicos que han participado en el diagnóstico y el tratamiento 8. Referencias - Relevantes para el caso, generalmente no más de 10-15. - Deben ser las más recientes (menos de 5 años). 9. Partes suplementarias - Tablas, figuras o gráficos pueden ser información importante. - En revistas electrónicas son más flexibles por no tener costes adicionales. 10. Consentimiento informado - El paciente no debe ser identificado por ninguna información o imagen. - El consentimiento informado del paciente debe ser dado para publicar el caso.	- No es difícil que un caso clínico sea aceptado por una revista para su publicación si uno sabe que es requerido. - También ayuda leer otros casos publicados. Antes de escribir deben buscar si otros autores han informado de casos similares. Si ya se ha publicado es muy probable que no se publique de nuevo.
Heather A. Carleton Yale Journal of Biology and Medicine 2012 Medicina	The Case Report in Context	Describir los componentes de un caso clínico para escritores nóveles	1. Resumen - Breve, de 150 a 200 palabras. - Debe indicar claramente el valor educacional y del tema. 2. Introducción - Por qué es importante informar del caso clínico. - Aproximadamente 500 palabras. 3. Presentación del caso - Se deben describir los hallazgos clínicos en orden cronológico. 4. Discusión - Se revisa la evidencia que sostiene las decisiones clínicas. - Se compara y contrasta el caso con otros casos similares. - Se discute sobre las limitaciones del informe. 5. Conclusiones - Relatar los hallazgos principales. - Se pueden sugerir futuros estudios.	- Para escribir un buen caso clínico es necesario que el autor tenga un firme conocimiento del mensaje subyacente que quiere transmitir

Tabla II (cont.)

Ejemplos de revistas internacionales que proporcionan recomendaciones para la escritura de un caso clínico

<i>Autor/ Revista/Año</i>	<i>Título</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Recomendaciones</i>	<i>Conclusiones</i>
P. Lennon Medicine Irish Journal of Medical Science 2011 Medicina	The case for the case report. Refine to save	Examinar la forma de preservar este tipo de artículos	1. El resumen no debe ser mayor de 100 palabras 2. La extensión máxima no más de 800 palabras. 3. Un máximo de 4 autores 4. Un máximo de 10 referencias 5. Las figuras no deben ocupar más de la mitad de una página	- Los casos clínicos pueden preservarse mediante guías más estrictas que hagan hincapié en una menor extensión y una escritura más concisa del caso clínico
Varo Kirthi Royal College of Physicians 2011 Medicina	How to write a clinical case report	Guía para estudiantes de medicina y fundaciones nuevas “aprendices”	1. Resumen - Generalmente tiene entre 150 y 250 palabras. 2. Introducción - Resumir el caso en una frase. - Mencionar como de raro es la condición y por qué el caso es importante. 3. Caso clínico - Narrar el caso de la manera más fácil - Describir la historia, hallazgos del examen, investigación y tratamiento en ese orden sin encabezados. - Evitar cualquier detalle innecesario. - Intentar incluir una o dos fotos. 4. Discusión - Por qué el caso es importante y si interesa al lector. - Describir que hay reportado en la literatura sobre tu tema. 5. Puntos de sumario (conclusión) - Resumir brevemente los mensajes clave del caso clínico en tres o cuatro puntos. 6. Referencias - Deben ser listadas en el estilo que requiera la revista. - Muchos de los casos no necesitan más de 10 referencias.	
Peh WCG Singapore Medical Journal 2010 Medicina	Effective Medical Writing	Dar instrucciones de cómo se debe hacer un caso clínico.	1. Título - Debe ser conciso - Describir el caso e interesar al lector. - Las palabras redundantes como “caso clínico” deben ser omitidas. 2. Resumen - No estructurados - Aportar información a investigadores al hacer la búsqueda. - De 100 palabras o menos. - Debe incluir edad, género, información destacada, diagnóstico, tratamiento, seguimiento y mensaje instructivo. 3. Introducción - Para algunas revistas no hay introducción, empiezan con el caso. - Justificar qué tiene el caso de particular. 4. Caso - Los signos y síntomas presentados deben ser descritos objetivamente junto con la historia médica del paciente. - Si el paciente es mujer, número de embarazos y resultado. - Todo hallazgo negativo importante debe ser incluido. - No dar interpretaciones del caso. - Preservar la confidencialidad del paciente es primordial. - El orden de los eventos es en orden cronológico. 5. Discusión - El autor puede dar su interpretación. - Mostrar diferencias con otros casos similares. 6. Agradecimientos - Si son más de 4 autores requiere justificación. 7. Referencias - Menos de 15 referencias. 8. Ilustraciones - Tablas, figuras o gráficos.	- Deben ser cortos con un número limitado de figuras y referencias. - El manuscrito debe ser construido exactamente de acuerdo con lo que marquen las directrices para el tipo de revista que se encuentra en “instrucciones para el autor”. - La rareza de por sí es insuficiente justificación para la publicación. - Debe contri- buir con nuevo acontecimiento, y ser un mensaje de aprendizaje para el lector.

Tabla II (cont.)
Ejemplos de revistas internacionales que proporcionan recomendaciones para la escritura de un caso clínico

Autor/ Revista/Año	Título	Objetivo	Recomendaciones	Conclusiones
Velayutham Gopikrishna The Journal of Conservative Dentistry 2010 Odontología	A report on case report	Discutir el papel y la relevancia de los casos clínicos de la literatura médica basada en la evidencia actual. Además de ayudar a los atores a preparar un caso clínico bien escrito.	1. Título - Debe ser conciso y describir el caso. - Omitir palabras redundantes como "caso clínico". 2. Autor - El autor que más haya trabajado será listado en primer lugar seguido del resto. 3. Resumen - Algunas revistas no los demandan. - Deben ser no estructurados y dar la información suficiente para que otros investigadores puedan hacer una búsqueda en las bases de datos. 4. Palabras clave - Usar términos (MeHS) 5. Introducción - Clara y con alguna evidencia de la literatura para justificar su publicación 6. Descripción del caso - El orden de los eventos presentado cronológicamente incluyendo la historia clínica, hallazgos del examen físico, resultados importantes, diagnósticos diferenciales, diagnósticos, tratamiento, seguimiento y diagnóstico final. - Los síntomas y signos deben ser descritos objetivamente. 7. Privacidad del paciente - Necesidad de proteger la confidencialidad de los pacientes. 8. Tablas figuras 9. Discusión - Explicar, aclarar e interpretar hallazgos - Los autores pueden sugerir sus hipótesis. - Debe describirse el valor que añade el caso al conocimiento médico. 10. Conclusión - Debe figurar el propósito del caso y lo que se debe aprender de él. 11. Referencias - Incluir solamente referencias relevantes.	(Las conclusiones son coincidentes con las recomendaciones).
Henry Cohen American Journal of Health-System Pharmacy 2006 Farmacia	How to Write a Patient Case Report	Proporcionar una guía para redactar un caso clínico enfocado a la medicación.	1. Título - Descriptivo, breve y preciso. 2. Resumen - Entre 100-250 con introducción, presentación del caso, discusión y conclusión. 3. Introducción - Concisa, con el tema, propósito y el mérito del caso. - Por qué el caso es novedoso. - Revisión bibliográfica debe corroborarlo. - Las citas se deben citar cronológicamente. - No debe ser más largo de tres párrafos. - La revisión de la literatura debe ser listada (estrategia de búsqueda) y base de datos. 4. Presentación del caso - Describir el caso cronológica y detalladamente. - Información destacable. - Efectos adversos del tratamiento. - Edad, peso, estatura, raza, ocupación, historia médica y familiar. - Información del diagnóstico, resultados de laboratorio positivos o negativos. - Historia de medicación (fármacos, duración, tratamiento, nombre, dosis...) alérgenos y reacciones. - Dieta, por interacción con los fármacos. 5. Discusión - Comparar el caso con otros ya publicados en la literatura médica y ver que nueva información aporta al conocimiento justificando similitudes y diferencias. 6. Conclusiones - Basada en la evidencia. - El autor puede sugerir a los lectores que sean conscientes de lo que se ha aprendido. - Los casos clínicos son normalmente de 1500-2000 palabras con un número de referencias de 20-30.	- Muchas revistas publican casos clínicos y dan a sus autores guías que proporcionan instrucciones y criterios de aceptación contenido y formato.

ces proporcionadas varían en cuanto a su contenido y formato de una publicación a otra. Asimismo, son muy pocas las directrices que mencionan la importancia de reflejar el tratamiento dietético como el seguimiento y evolución del mismo durante la situación clínica. A continuación, se presentan por apartados aquellos elementos que deben estar presentes en los reportes de casos clínicos, extraídos del presente trabajo de revisión.

Extensión

No todos los referentes internacionales^{2,23} (n=2) o artículos consultados^{3,9,14,17,24,25} (n=8) proporcionan direc-

trices sobre la extensión que debe tener un caso clínico. Y los referentes¹⁶ o artículos^{6,19,26} (n=4) que sí lo hacen tienen criterios totalmente diferentes. Un ejemplo de ello es la Revista Médica Irlandesa¹⁹ que permite una extensión máxima de tan solo 800 palabras. Otra revista como la Médica Serbia²⁶ indica que una extensión entre 1000-1500 palabras es lo oportuno, por el contrario, la Revista Americana de Farmacia¹⁴ recomienda entre 1500-2000 palabras, de otra parte la *BMC Medical Education*¹⁶ considera que entre 500-2000 palabras son suficientes para el reporte de un caso clínico, siendo ésta, la referencia más flexible respecto a la extensión. En este sentido, el referente más actual que se cita, la guía CARE²³, no hace ninguna observación al respecto.

Tabla III
Ejemplos de revistas latinoamericanas que proporcionan recomendaciones para la escritura de un caso clínico

<i>Autor/ Revista/Año</i>	<i>Título</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Recomendaciones</i>	<i>Conclusiones</i>
Julio Pertuzé R. <i>Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias</i> 2006	Criterios para publicar casos clínicos	Dar a conocer qué características se deben tener en cuenta para la publicación de casos clínicos y su estructura.	1. Título - Corto, atractivo y con palabras clave para la recuperación del artículo. 2. Resumen - Breve descripción clínica. - Por qué el caso es destacable. 3. Introducción - Frecuencia y gravedad de síntomas/signos/enfermedades. 4. Descripción del caso - Proceso diagnóstico y consideración de las opciones terapéuticas justificando la opción elegida. 5. Discusión - Por qué es destacable. - Lecciones que puedan aprenderse. - Mensaje educacional. 6. Conclusiones - Destacar el mensaje que debe quedar tras la lectura. - Líneas de investigación que podrían originarse. 7. Referencias - Importante limitarlas para avalar la discusión. - Evitar que en la descripción identifique al paciente, si no es posible, pedir el consentimiento informado. 8. Criterios para evaluar - Novedad, poco conocimiento del tema, redacción, revisión bibliográfica, ausencia reparos éticos, y utilidad de publicación.	- Los comités editoriales de publicaciones científicas valoran su publicación como forma de comunicación entre clínicos con propósitos educativos. - Importante herramienta docente. - Se considera que su contribución al conocimiento científico es escasa ya que carecen de control para evitar los efectos del azar. - Los casos no deben ser necesariamente raros pueden ser condiciones con formas de presentación, manejo o evolución no habitual.
Galdeano LE <i>Revista Latinoamericana de Enfermería</i> 2003	Roteiro Instrucional para a elaboração de um estudo de caso clínico	Presentar una guía instructiva para la elaboración de un estudio de caso con la finalidad de guías para profesionales.	1. Cuestiones orientadoras - Qué. - Quién. - Cómo. 2. Identificación - Recogida de información mediante observación del paciente. 3. Resumen de los problemas - Analizar o categorizar datos recogidos. 4. Fundamentación teórica - Buscar información justificando alteraciones de problemas identificados. 5. Alternativas o propuestas - Búsqueda de literatura sobre alternativas existentes en resolución de los problemas identificados. 6. Acciones que se recomiendan - Describir la alternativa escogida justificando su selección. 7. Discusión - Debatir el caso con el de otros profesionales ya publicados.	- El estudio de un caso clínico es un método que permite ser aplicado a una gran variedad de problemas y contribuye a desarrollar el conocimiento. - Los casos clínicos son considerados una herramienta para el desarrollo profesional.

Tabla III (cont.)

Ejemplos de revistas latinoamericanas que proporcionan recomendaciones para la escritura de un caso clínico

<i>Autor/ Revista/Año</i>	<i>Título</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Recomendaciones</i>	<i>Conclusiones</i>
Carlos A. Reyes-Ortiz <i>Colombia Médica</i> 2002	La alegría de publicar 5. El informe de un caso clínico	Dar a conocer que componentes debe llevar un caso clínico.	1. Título - Breve, claro, específico y llamativo. 2. Resumen - Entre 100 y 150 palabras. - Describir aspectos sobresalientes y por qué debe ser publicado. 3. Introducción - Proporcionar la idea del tema que trata el caso clínico. - Por qué se publica. - Revisión de la literatura sobre otros casos. - Incluir algunos artículos como referencia. 4. Presentación del caso - Descripción cronológica de la enfermedad y evolución del paciente. - Sintomatología, historia clínica, resultados relevantes de exámenes y pruebas diagnósticas, tratamiento y desenlace. - Proteger identificación del paciente. 5. Discusión - Recuento de principales hallazgos, particularidades o contrastes. - El caso se compara con otros reportes de la literatura. 6. Conclusión - Resaltar alguna aplicación o mensaje claro relacionado con el caso. 7. Referencias - Relevantes con el tema, actualizadas y relacionada con el caso clínico clásico pertinente.	- El objetivo del caso clínico es hacer una contribución al conocimiento médico. - Los casos clínicos son usados para la descripción de enfermedades novedosas o poco comunes.

Título

La guía CARE recomienda que la palabra ‘caso clínico’ aparezca en el título seguido del fenómeno que describe el caso sobre el que se va a tratar. En cambio, otros referentes^{2,16} (n=2) recomiendan incluir una descripción del paciente en el mismo título o que sus palabras puedan facilitar la búsqueda del artículo y su recuperación en bases de datos. Dentro de las instrucciones que proporcionan los artículos,^{19,25,26} (n=3), en su mayoría no contienen directrices sobre la forma o el contenido del título. Hay artículos (n=4) que coinciden en que se debe escribir un título: descriptivo, breve y conciso^{3,6,9,14}. Algunos artículos^{3,9} (n=2) recomiendan evitar palabras redundantes como “caso clínico” en el título, siendo recomendaciones contrarias a lo que pide la guía CARE.

Palabras clave

La guía CARE²³ propone utilizar palabras clave. El número que considera acertado es de 2-5 palabras. Como recomendación, solo se encontró en un artículo que especifica que deben ser términos MeSH sin establecer un rango numérico de palabras clave¹⁴. Esta recomendación es anterior a la elaboración de la guía CARE²³.

Resumen

Los referentes internacionales^{2,23} (n=2) frente a cómo se presenta el resumen de un caso clínico, recomiendan que este sea estructurado, es decir, que describa aquellos apartados que dan cuenta de la situación clínica. Sin embargo, para su escritura por ejemplo, algunos de los artículos revisados (n=3) consideran que éste no debe ser estructurado^{3,9,14}. También se encontró tanto un referente¹⁶ como un artículo²⁶ que hacían alusión a que la inclusión de este apartado no era necesaria para un caso clínico.

Con relación a la extensión, uno de los referentes² hace referencia a que este apartado debe contener de 100-250 palabras. Esta indicación es coincidente con una de los artículos considerados en esta revisión⁶.

El resto de revistas tienen criterios distintos^{3,6,9,17,19,25} (n=6). Dos de los artículos^{9,19} revisados están de acuerdo en no sobrepasar las 100 palabras. En cambio, uno de ellos³, recomienda entre 100 a 150 palabras. Otros dos artículos^{17,25} indican una extensión de 150 a 200, y un último⁶ considera que de 100-250 palabras es suficiente. Sin embargo, un último artículo no proporciona directrices en cuanto al número de palabras que debe tener este apartado aunque sí lo recoja entre los elementos a reportar¹⁴.

Introducción

La guía CARE²³ recomienda el aporte de un breve resumen de los antecedentes del tema, incluyendo la bibliografía más relevante sobre el fenómeno que se vaya a describir, al igual lo recomiendan la mayoría de las artículos revisados^{6,9,14,17,24,25} (n=6). Los otros dos referentes internacionales^{2,16} consideran que es necesario este apartado, su recomendación es que se describa cuál es el conocimiento que aporta el caso clínico frente a lo que se conoce sobre el tema. Sin embargo, ambos difieren entre ellos en otros aspectos: uno recomienda definir aquellos términos más relevantes del caso², mientras otro considera oportuno describir cuáles son las enseñanzas que se derivan del propio caso y sirven como aprendizaje experiencial-práctico¹⁶.

Considerando los artículos recopilados para esta revisión, solo uno de ellos menciona que la extensión de este apartado debe tener alrededor de 500 palabras¹⁷, otro hace referencia a que deben ser solo 100 palabras³. Hubo una artículo¹⁹ que específicamente no proporcionaba recomendaciones sobre el contenido de este apartado y tampoco se encuentra referencia alguna respecto a su extensión. Se encontró, por ejemplo que la Revista Médica Serbia²⁶ indica que la escritura de un caso clínico puede iniciarse por la simple descripción del caso clínico, sin necesidad de comenzar con una introducción.

Descripción del caso clínico

La guía CARE²³, a diferencia de los otros referentes^{2,16} (n=2), divide este apartado en otros más concisos: información del paciente, hallazgos clínicos, cronología, evaluación del diagnóstico, intervención terapéutica, seguimiento y resultados, esto le permite reportar mayor cantidad de información relevante y conocer aspectos diferenciales del caso. Por ejemplo, esta guía indica que dentro de la información del paciente se puede incluir aspectos de dieta y/o estilos de vida o dentro de la cronología realizar la representación del diagrama de flujo o los datos del caso clínico en tablas o figuras.

Como ejemplo de aspectos relevantes a considerar en la descripción de la situación clínica analizada se incluyen las condiciones nutricionales y/o las pautas dietéticas del paciente, en general su estilo de vida. Solo uno de los artículos incluidos⁶ en esta revisión reporta esta descripción, destacando la importancia de aspectos dietéticos y las posibles interacciones fármaco-nutriente que se pueden producir cuando se haya pautado un tratamiento farmacológico, o bien si los nutrientes pueden causar reacciones alérgicas en el sujeto de estudio. Esta información es relevante cuando la intervención dietético-nutricional del caso clínico a presentar, sea la principal opción de tratamiento o esté estrechamente relacionada con la enfermedad descrita (obesidad, diabetes, dislipemias, ciertos tipos de cán-

cer, osteoporosis, enfermedades dentales, intolerancias y alergias alimentarias)^{30,31,36-38}.

Siendo la descripción del caso clínico uno de los puntos más importantes para su escritura y publicación, la mayoría de los artículos revisados^{3,6,9,14,17,24} (n=6) concuerdan en que se debe presentar este apartado de forma ordenada y cronológica. En el análisis de este apartado se encontraron solo dos artículos^{25,26} que no indican nada al respecto y un tercer artículo¹³ que presenta este apartado en dos secciones a los que nombra como ‘fundamentación teórica’ e ‘identificación de problemas’. Con relación a la información que del propio caso clínico se incluye dentro de este apartado, un grueso de los artículos^{3,6,9,14,25,26} (n=6) consideran que es fundamental aportar datos relevantes del propio caso: hallazgos del examen físico, pruebas de laboratorio, tratamiento, resultados, historia médica, historia familiar, diagnóstico diferencial y diagnóstico final. Al igual que la guía CARE, solo uno¹⁷ de los artículos recomienda exponer detalladamente los hallazgos clínicos.

Discusión

El que este apartado sea incluido en la presentación de un caso clínico es recomendado en todos los referentes^{2,16,23} y también es coincidente esta recomendación en algunos de los artículos analizados^{3,6,9,17} (n=7) por la misma razón. Es importante por la necesidad de comparar el caso clínico descrito con otros casos similares ya publicados en la literatura médica, analizando sus semejanzas y diferencias e identificando cuál es el conocimiento que la situación clínica objeto de análisis está aportando en general a la ciencia y/o al fenómeno de estudio.

La guía CARE es coincidente con la Revista Médica Serbia²⁶ en que queden suficientemente descritas las enseñanzas que el caso clínico arroja y además que se indiquen los puntos fuertes y las limitaciones observadas por los autores de la situación clínica que quieren mostrar dejando clara su relevancia, lo cual es coincidente con recomendaciones incluidas en los artículos revisados¹⁷. Siendo tres las guías revisadas se observa que una de ellas indica al autor que dentro de la discusión debe exponer su opinión frente el caso clínico descrito sin considerar el contrastarlo con otras fuentes².

Comparando este apartado con los artículos revisados^{6,14,24} (n=3) algunos de ellos le indican al autor que debe describir e interpretar los hallazgos de su caso clínico como soporte para la escritura de su discusión. Otros artículos^{3,9,14} (n=3) recomiendan al autor que exponga claramente su hipótesis elaborada tras la interpretación de los hallazgos que encontró en la situación clínica analizada.

Conclusión

La guía CARE²³ en sus recomendaciones no indica que sea necesario escribir una conclusión para acabar

el caso clínico, así mismo lo indica la BMC Medical Education¹⁶. Por su parte el artículo de la Revista Serbia² considera fundamental que el autor manifieste qué puntos son aquellos que se derivan de la situación clínica y se consideran como aprendizajes o avances en el conocimiento científico.

Respecto lo que reportan los artículos analizados sobre este apartado, cuatro de ellos^{6,14,24,25} son coincidentes en incluir que es importante indicar cuáles son las lecciones y conclusiones que se derivan del caso y sirven como aprendizaje. Por el contrario solo un artículo¹⁷ recomienda describir explícitamente los hallazgos más fidedignos que finalmente pueden sugerir futuros estudios sobre el tema. En esta revisión, se encontraron otros cuatro artículos^{3,9,19,26} que no hacen referencia a la necesidad de incluir este apartado en la publicación de un caso clínico, considerando que en el resto de argumentos presentados a lo largo de su escritura, se ha ahondado suficiente sobre el fenómeno estudiado en cuestión y se ha descrito y fundamentado el caso clínico publicado.

Perspectiva del paciente

Solamente la guía CARE²³, indica la importancia de incluir la perspectiva del paciente. Este debe ser descrita a la hora de documentar el caso clínico con el fin de que también se conozca cuál ha sido el punto de vista del paciente durante el desarrollo de su enfermedad. Este apartado tampoco se ha hallado como imprescindible en ninguna revista enfocada a la publicación de casos clínicos^{34,35}.

Consentimiento informado, referencias y autoría

La guía CARE²³ pide que el caso clínico sea publicado con el consentimiento informado del paciente. Los otros dos referentes^{2,16} no hacen referencia a la necesidad de contar con este requisito. Respecto a las recomendaciones de las revistas, seis de ellas^{2,3,9,14,24,25} también consideran que obtener el consentimiento del paciente es importante y debe ser obtenido para que el caso sea publicado.

Ninguna de los referentes internacionales proporciona directrices sobre el número de referencias bibliográficas^{2,16,23} (n=3). Sin embargo, algunos de los artículos sí tienen recomendaciones en común en cuanto al número de referencias. Por ejemplo, dos artículos^{19,25} indican un límite de 10 citas bibliográficas. Para el caso, otros dos artículos^{3,9} coinciden en que no se debe sobrepasar de las 15 referencias. Hubo un artículo⁶ que indicaba utilizar de 20-30 referencias, siendo el que más rango de citas consideraba incluir en la descripción de un caso clínico. En esta revisión solo dos artículos^{14,25} consideraban precisar al autor que las referencias utilizadas fueran relevantes para el caso. Uno de ellos³ consideraba que fueran recientes, no más de 5 años antigüedad.

Respecto a la autoría, solo tres artículos^{9,14,19} analizados incluyen recomendaciones frente a este aspecto. Uno de ellos¹⁹ recomienda un máximo de 4 autores, siendo esta indicación coincidente con otro artículo⁹ que sugiere al sobrepasar esta cifra la necesidad de anexar una justificación. Por último, el tercer artículo¹⁴ hace referencia a que el primer autor citado debe ser aquel que más haya contribuido para la elaboración del caso clínico. En cambio las referentes internacionales^{2,16,26} no emiten comentarios sobre la autoría.

Aspectos dietéticos-nutricionales

Al igual que ocurre con el tratamiento farmacológico donde se tiene en cuenta el fármaco administrado, seguimiento y la evolución tanto positiva como negativa del paciente⁶, se deben tener en cuenta otras variables a la hora de escribir un caso clínico como: la historia dietética, medición antropométrica y el estudio bioquímico del paciente para poder priorizar los objetivos dietéticos en el planteamiento del tratamiento³².

Otros aspectos a considerar

Es evidente la disparidad de criterios utilizados en el reporte de casos clínicos, de ahí la necesidad de estandarizar la metodología empleada para su elaboración y de esta forma conseguir tener mayor rigurosidad para que puedan ser incluidos en las guías de práctica clínica¹⁶.

Actualmente, se apuesta por preservar y seguir difundiendo este tipo de artículo¹⁹ científico debido a que se ha demostrado la utilidad que tienen para el desarrollo profesional en el área biomédica y porque en su difusión subyace un importante propósito educativo y docente^{1,2}. Desde hace algunos años se encuentra en la literatura referente al tema de la elaboración de casos clínicos una continua discusión cuyo argumento hace hincapié en que se requiere el seguimiento detallado de una guía que ofrezca directrices definidas haciendo que su escritura y el propio texto sea breve, claro⁹ y novedoso⁵.

Hasta la elaboración de la guía CARE²³ en el año 2013, no existía ningún referente que tuviera como objetivo proponer una estructura con los elementos que debe tener el reporte de un caso clínico, para su estandarización. Por tanto, la guía CARE²³, elaborada por consenso de profesionales del ámbito de la publicación de casos clínicos, es uno de los referentes a seguir para redactar y publicar un caso clínico, debido a que permite escribir de forma detallada y concisa la información más relevante en el transcurso de una situación clínica. Es la guía que más apartados abarca a la hora de escribir un caso clínico.

Un buen número de revistas biomédicas^{1,3,5,6,9,13,14,17,19,24-26} (n=12) que publican casos clínicos, proporcionan a sus autores criterios de aceptación tanto para su contenido

como formato. Sin embargo, con el fin de mejorar y asegurar la calidad en la escritura y su estilo, el informe debe ser correctamente redactado identificando aquella evidencia a nivel científico que reporta el caso. Como sugerencias para su estructuración los autores pueden basarse en un mentor con experiencia en la escritura clínica²⁴, deben usar frases cortas y suficientemente descriptivas²⁶ y tener un firme conocimiento del mensaje que quiere transmitir, a su vez, debe contar con la documentación necesaria que asegure una correcta preparación para que el caso clínico sea publicado^{2,17}. En la escritura también deben considerar el uso de conectores que permita la correcta ilación²⁶ así como estructurar adecuadamente los distintos subapartados teniendo en cuenta para su elaboración el checklist que aportan las guías disponibles^{2,16,23}.

El estudio de un caso clínico se considera un método de investigación que puede ser aplicado a una gran variedad de problemas¹³. Para algunos autores los casos no deben ser necesariamente raros, pueden ser condiciones clínicas comunes con formas de presentación, tratamiento farmacológico, pautas dietéticas o evolución no habituales en la práctica asistencial^{1,9}. Para otros, este tipo de evidencia científica es usada para la descripción de enfermedades novedosas o poco comunes⁵. De todos modos, cabe puntualizar que no solo la rareza de la situación clínica descrita es suficiente para su publicación⁹. Para algunos autores⁹, los casos clínicos, pueden ser categorizados por su contenido en función del enfoque en el diagnóstico del caso clínico o bien si éste está orientado a describir el tratamiento de la situación clínica.

Algunas de las limitaciones de la presente revisión bibliográfica son la heterogeneidad de algunos de los apartados considerados necesarios para el reporte de un caso clínico de los artículos analizados, lo que podría llevar a un sesgo de publicación³⁹. Para disminuir el posible sesgo se rastrearon de forma manual otros documentos publicados anteriores al año 2005; además de especificar las similitudes y diferencias en los criterios de formato y contenido recogidos en todos los ítems de la escritura de un caso clínico. Por otra parte, para disminuir el sesgo de idioma de artículos solo en inglés se incluyó el español y portugués⁴⁰.

Conclusiones

Los casos clínicos tienen un importante papel como herramienta educativa en la formación académica universitaria, para estudiantes en prácticas, así como para los profesionales de la salud implementando la transmisión de nuevos hallazgos en el ámbito clínico^{1,2}. Se considera, por tanto, necesario fomentar el uso de esta herramienta por su papel relevante en la expansión del conocimiento científico^{2-9,27}.

Es importante recomendar a autores interesados en realizar la descripción de un caso clínico el seguimiento de una guía o un listado de recomendaciones

(a modo de checklist), ajustado a la situación clínica que quiere presentar como evidencia científica. En este sentido el que pueda ir haciendo un seguimiento de su contenido le permite tener un orden en los datos e incluir todos los detalles pertinentes, asegurando la calidad de su reporte^{2,16,23}. No debe de olvidar considerar a su vez las normas que cada revista tenga para su publicación^{2,3,9}.

Por ello se debería hacer una apuesta por el seguimiento de la guía CARE para la escritura y publicación de casos clínicos en el ámbito de la nutrición añadiendo aquellos aspectos necesarios para el tratamiento, seguimiento y evolución nutricional de la situación clínica objeto de estudio.

Referencias

1. Pertuzé R. Julio. Criterios para publicar casos clínicos. Rev. chil. enferm. respir. [revista en la Internet]. 2006 Jun [citado 2015 Abr 27]; 22(2): 105-107.
2. Green BN, Johnson CD. How to write a case report for publication. *J Chiropr Med*. 2006 Summer; 5(2): 72-82.
3. Juyal D, Thaledi S, Thawani V. Writing patient case reports for publication. *Educ Health* (Abingdon). 2013 May-Aug; 26(2): 126-9.
4. Cabán-Martínez AJ, Beltrán WF. Advancing medicine one research note at a time: the educational value in clinical case reports. *BMC Res Notes*. 2012 Jul 6; 5: 293.
5. Carlos A. Reyes-Ortiz, M.D.1, Guillermo Llanos, M.D.2. La alegría de publicar 5. El informe de un caso clínico. *Colomb Med*. 2002; 33: 198-199.
6. Cohen H. How to write a patient case report. *Am J Health Syst Pharm*. 2006 Oct 1; 63(19): 1888-92.
7. Nguyen JT, Shahid R, Manera R. Pediatric case reports: assessing recommendations from journals' instructions to authors. *Hosp Pediatr*. 2014 Jan; 4(1): 39-43.
8. Rison RA. A guide to writing case reports for the Journal of Medical Case Reports and BioMed Central Research Notes. *J Med Case Rep*. 2013 Nov 27; 7:239.
9. Peh WC, Ng KH. Writing a case report. *Singapore Med J*. 2010 Jan; 51(1): 10-3; quiz 14.
10. Nissen T, Wynn R. The history of the case report: a selective review. *JRSM Open*. 2014 Mar 12; 5(4).
11. Nissen T, Wynn R. *JRSM Short Rep*. 2012 Dec; 3(12): 87.
12. Patricia Huston, MD, MPH; Bruce P. Squires, MD, PhD. Case reports: information for authors and peer reviewers. *Canadian Medical Association Journal*. 1996; 154: 43-45.
13. Galdeano LE, Rossi LA, Zago MMF. Roteiro instrucional para a elaboração de um estudo de caso clínico. *Rev Latino-am Enfermagem*. 2003 maio-junho; 11(3): 371-5.
14. Gopikrishna V. A report on case reports. *J Conserv Dent*. 2010 Oct; 13(4): 265-71.
15. Vandenbroucke JP. In defense of case reports and case series. *Ann Intern Med*. 2001 Feb 20; 134(4): 330-4.
16. Sorinola O, Olufowobi O, Coomarasamy A, Khan KS. Instructions to authors for case reporting are limited: a review of a core journal list. *BMC Med Educ*. 2004 Mar 25; 4: 4.
17. Carleton HA, Webb ML. The case report in context. *Yale J Biol Med*. 2012 Mar; 85(1): 93-6.
18. Richason TP, Paulson SM, Lowenstein SR, Heard KJ. Case reports describing treatments in the emergency medicine literature: missing and misleading information. *BMC Emerg Med*. 2009 Jun 15; 9: 10.
19. Lennon P, Fenton JE. The case for the case report: refine to save. *Ir J Med Sci*. 2011 Jun; 180(2): 529-32.
20. Rison RA, Kidd MR, Koch CA. The CARE (CAsE REport) guidelines and the standardization of case reports. *J Med Case Rep*. 2013 Nov 27; 7: 261.

21. Rison RA. Neurology Case Reporting: a call for all. *J Med Case Rep.* 2011 Mar 23; 5: 113.
22. Kidd MR, Saltman DC. Case reports at the vanguard of 21st century medicine. *J Med Case Rep.* 2012 Jun 14; 6: 156.
23. Gagnier JJ, Riley D, Altman DG, Moher D, Sox H, Kienle G; CARE Group. The CARE guidelines: consensus-based clinical case reporting guideline development. *Dtsch Arztebl Int.* 2013 Sep; 110(37): 603-8.
24. Özçakar L, Franchignoni F, Frontera W, Negrini S. Writing a case report for the American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation and the European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2013 Apr; 49(2): 223-6.
25. Varo Kirthi, BM (Cantab) BM BCh. How to write a clinical case report. *Royal College of Physicians.* 2011.
26. Otanjac MI, Milojević I. Writing a case report in English. *Srp Arh Celok Lek.* 2015 Jan-Feb; 143(1-2): 116-8.
27. Iriabeth S Villanueva López. Cómo redactar un caso clínico. *Acta Ortopédica Mexicana.* 2009; 23(5): Sep.-Oct: 315-316.
28. Pramono LA. Science and the art of case reporting in medicine. *Acta Med Indones.* 2013 Oct; 45(4): 324-8.
29. Rosselli D, Otero A. The case report is far from dead. *Lancet.* 2002 Jan 5; 3.
30. Inma de la Casa Moreno, José Miguel Soriano del Castillo y Lydia Mico Pascual. Caso clínico Intervención dietético-terapéutica en candidiasis intestinal. *Nutr Hosp.* 2014; 30(3): 686-68.
31. M.^a del M. Fernández Martínez, J. L. Gómez Llorente, M. Martín González, J. Momblan de Cabo y A. Bonillo Perales. Tetania secundaria a raquitismo carencial. *Nutr Hosp.* 2012; 27(2): 656-658.
32. Salvador G, Palma I, Puchai A, Vilà MC, Miserachs M, Illan M. Entrevista dietética. Herramientas útiles para la recogida de datos. *Rev Med Univ Navarra.* 2006. 50; 46-55.
33. Revista Española de Nutrición Humana y Dietética. Renhyd.org [portal en internet]. España. Fundación Española de Dietistas-Nutricionistas. Iva Marques-Lopes [citado 17 Jun 2015]. Disponible en: <http://www.renhyd.org/index.php/renhyd/pa-ges/view/norm>
34. The Journal of Case Report. Casereport.in [portal en internet]. Manish Narang [citado 30 Jun 2015]. Disponible en: <http://casereports.in/instructions.htm>
35. Journal of Medical Case Reports. jmedicalcasereports.com [portal en internet]. Michael Kidd. [citado 30 Jun 2015]. Disponible en: <http://www.jmedicalcasereports.com/authors/instructions>
36. World Health Organization. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation on Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. WHO Technical Report Series 916. Geneva: WHO; 2003.
37. Kathleen Mahan L, Escott-Stump S, Raymond JL. Krause Dietoterapia. 13.º ed. España: Elsevier; 2013.
38. Salas-Salvador K, Bonada i Sanjaume R, Saló i Solà ME, Burgos Peláez R. Nutrición y Dietética Clínica. 3.º ed. España. Elsevier Masson; 2014.
39. Dwan K, Altman DG, Arnaiz JA, Bloom J, Chan A-W, Cronin E, et al. Systematic Review of the Empirical Evidence of Study Publication Bias and Outcome Reporting Bias. *PLoS ONE.* (2008) 3(8): e3081. <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0003081>
40. Jüni P, Holenstein F, Sterne J, Bartlett C, Edder M. Direction and impact of language bias in meta-analyses of controlled trials: empirical study. *Int J Epidemiol.* (2002) 31(1): 115-123.



Revisión

Effect of chia seed (*Salvia hispanica* L.) consumption on cardiovascular risk factors in humans: a systematic review

Cynthia de Souza Ferreira, Lucilia de Fátima de Sousa Fomes, Gilze Espirito Santo da Silva and Glorimar Rosa

Postgraduate Nutrition Program, Josué de Castro Institute of Nutrition, Federal University of Rio de Janeiro, Brazil.

Abstract

Introduction: chia is a seed rich in such nutrients as proteins, n-3 fatty acids and especially alpha-linolenic acid (ALA), minerals, fibers and antioxidants. Efforts have been made to assess whether human consumption of chia can reduce cardiovascular risk factors; however, it has not been established as effective and the findings of the few studies to have looked into the matter are inconsistent.

Aim: to systematize the findings of studies assessing the effect the consumption of chia seed, either milled or whole, has in the prevention/control of cardiovascular risk factors in humans.

Methods: this is a systematic literature review (SLR) with no meta-analysis. The articles scrutinized were identified in the electronic databases Lilacs, Medline (PubMed version), Cochrane, Scielo, Scopus, and Web of Science under the keywords "dyslipidemia" or "dislipidemia", "hyperlipidemia" or "hiperlipidemia", "obesity" or "obesidade", "salvia" or "salviahispanica", "Lamiaceae" or "chia", "hypertension" or "hipertensão", "hypertriglyceridemia" or "hipertrigliceridemia", and "risccardiovascular" or "cardiovascularrisk." We chose for our selection English-, Portuguese- or Spanish-language articles about clinical trials on humans and published within the last ten years. The biases of risk analysis were carried out considering 6 of the 8 criteria of the Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.1.

Findings: seven studies (n=200) fit our inclusion criteria. Of the chosen clinical trials, only one was not randomized. Five of the studies were blind experiments. Two of the studies were acute trials, both of them randomized. Of the chia seed interventions, one study showed a significant drop in systolic blood pressure (SBP) and inflammatory markers, yet there was no change in body mass, lipid profile or blood sugar. In four of the studies reviewed there was a significant spike in ALA and eicosapentaenoic acid (EPA), with no significant change to other parameters. In the acute trials, post-prandial blood

EFFECTOS DEL CONSUMO DE LA SEMILLA DE CHÍA (*SALVIA HISPANICA* L.) EN LOS FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR EN HUMANOS: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

Resumen

Introducción: la chía es una semilla rica en nutrientes tales como proteínas; ácidos grasos omega 3, especialmente ácido alfa-linolénico (ALA); minerales; fibras y antioxidantes. Se han hecho esfuerzos para evaluar si el consumo humano de chía puede reducir los factores de riesgo cardiovascular; sin embargo, no se ha establecido como eficaz y los resultados de los pocos estudios que han examinado la cuestión son incompatibles.

Objetivo: sistematizar los hallazgos de los estudios que evaluaron el efecto del consumo de la semilla de chía, ya sea molida o entera, tiene en la prevención/control de los factores de riesgo cardiovascular en los seres humanos.

Métodos: se trata de una revisión sistemática de la literatura (SLR), sin metaanálisis. Los artículos escrutados eran identificados en las bases de datos Lilacs electrónicos, Medline (PubMed versión), Cochrane, Scielo, Scopus y Web of Science bajo la palabra clave "dyslipidemia" o "dislipidemia", "hyperlipidemia" o "hiperlipidemia", "obesity" o "obesidade", "salvia" o "salviahispanica", "Lamiaceae" o "chia", "hypertension" o "hipertensão", "hypertriglyceridemia" o "hipertrigliceridemia" y "risccardiovascular" o "cardiovascularrisk". Elegimos para nuestra selección artículos en inglés, portugués o español sobre ensayos clínicos en seres humanos publicados en los últimos diez años. Los sesgos de análisis de riesgo se realizaron considerando seis de los ocho criterios del Manual Cochrane para Revisiones Sistemáticas de Intervenciones Versión 5.1.

Resultados: siete estudios (n = 200) encajan con los criterios de inclusión. De los ensayos clínicos seleccionados, solo uno no fue aleatorio. Cinco de los estudios fueron experimentos ciegos. Dos de los estudios eran ensayos agudos, ambos asignados al azar. De las intervenciones de semillas de chía, un estudio mostró una disminución significativa de la presión arterial sistólica (PAS) y los marcadores de inflamación; sin embargo, no hubo cambios en la masa corporal, el perfil de lípidos o el azúcar en sangre. En cuatro de los estudios revisados no había un pico significativo en ALA y ácido eicosapentaenoico (EPA), ni ningún cambio significativo en otros parámetros. En los ensayos agudos, el nivel postprandial de azúcar en sangre fue significativamente menor. Solo un estudio mostró un

Correspondence: Glorimar Rosa.
Universidade Federal do Rio de Janeiro.
Av. Carlos Chagas Filho, 373- CCS- bloco J, 2.º andar.
Instituto de Nutrição Josué de Castro – DND- sala 25.
Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, Brazil.
E-mail: glorimar@nutricao.ufrj.br

Recibido: 13-VII-2015.

Aceptado: 20-VIII-2015.

sugar was significantly lower. Only one study showed a significant drop in triglycerides (TG), body mass and inflammatory markers; however, the chia seed in that case was mixed with other foods. Most of the studies showed unclear or low risk of bias. Two studies showed a high risk of bias because not all the pre-specified primary outcomes were reported in the findings.

Conclusion: most of the studies did not demonstrate statistically significant results in relation to cardiovascular disease (CVD) risk factors. The evidence regarding the relationship between chia seed consumption and cardiovascular risk factors are insufficient, and the studies included in this review present numerous limitations. Further research is hence needed.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:1909-1918)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9394

Key words: *Dyslipidemia. Hyperlipidemia. Obesity. Salvia. Salvia hispanica. Lamiaceae. Chia seed. Hypertension. Hypertriglyceridemia. Cardiovascular risk.*

Introduction

Salvia hispanica L., commonly known as chia, is an annual plant belonging to the Lamiaceae family. Originating in such countries as Guatemala, Mexico and Colombia, chia seed was used and consumed as a source of energy and incorporated into a number of foods in the diet of the indigenous Aztec civilization (Ulbricht *et al.*, 2009).

The lipid content in chia seeds varies from 25% to 40%, with 60% of the total lipids made up of ALA (n-3) and 20% composed of linoleic acid (n-6) (Breson *et al.* 2009). When the oil is extracted from the chia seed, what remains is a significant concentration of dietary fiber (33.9g/100g) and protein (17g/100g). (Ayres & Coates 1999; Craig & Sons 2004).

Of total dietary fiber, the greatest fraction (53.45g/100g) comprises insoluble fiber, which plays a role in satiety and proper bowel function (Vázquez *et al.* 2008). Rich in magnesium and phenolic compounds (mainly quercetin and kaempferol), chia seed offers significant antioxidant capacity (Lee A.S. 2009; Caudillo *et al.* 2008), while its calcium and potassium content suggests it may be helpful in controlling high blood pressure (HBP) (Vuksan *et al.* 2007).

According to the World Health Organization (WHO 2013), CVD is the world's number one cause of mortality, with approximately 17 million deaths per year. In Brazil, CVD causes 21.1% of all deaths (Datus 2012), as well as being responsible for a great number of hospitalizations, which results in higher health care and socioeconomic costs (Schmidt *et al.* 2011; Brazilian Cardiology Society 2010).

Among the cardiovascular risk factors that can be modified, controlled or treated are excess weight (overweight or obesity), hypertension, dyslipidemia and diabetes mellitus, with approximately 5% of

descenso significativo de los triglicéridos (TG), la masa corporal y los marcadores inflamatorios; sin embargo, la semilla de chía en ese caso se mezcló con otros alimentos. La mayoría de los estudios mostraron riesgos claros o bajo sesgo. Dos estudios mostraron un alto riesgo de sesgo, porque no todos los resultados primarios preespecificados fueron reportados en los hallazgos.

Conclusión: la mayoría de los estudios no demostraron resultados estadísticamente significativos en relación con los factores de riesgo cardiovascular (ECV). La evidencia sobre la relación entre el consumo de semillas de chía y los factores de riesgo cardiovascular son insuficientes, y los estudios incluidos en esta revisión presentan numerosas limitaciones. Por lo tanto, se necesita más investigación.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:1909-1918)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9394

Palabras clave: *Dislipidemia. Hiperlipidemia. Obesidad. Salvia. Salvia hispanica. Lamiaceae. Semillas de chía. Hipertensión. Hipertrigliceridemia. Riesgo cardiovascular.*

worldwide deaths attributed to excess weight (World-Heart Federation 2012).

When added to the diets of pigs and chickens, chia seed boosted the levels of n-3 fatty acids and reduced the amount of cholesterol found in the meat and eggs (Ayerza *et al.* 2002; Azeona *et al.* 2008; Coates *et al.* 2009). In rats, use of the seed lowered plasma LDL cholesterol and triglycerides while it elevated plasma HDL cholesterol (Ayerza *et al.* 2007) levels.

Most of the studies conducted on humans using chia seed looked at the relationship between its consumption and the possible effect it could have on cardiovascular risk factors, by examining such data as body composition and mass, lipid profile, blood pressure, blood sugar and inflammatory markers (Nieman 2009; Vuksan 2007; Nieman 2012). However, the findings of the few available studies are controversial, with little evidence to prove chia seed's efficacy, and furthermore, most of the studies presenting positive results were conducted on animals.

Thus, our aim with this SLR is to synthesize the findings regarding the human use of chia seed and assess its possible benefits in the prevention/reduction of cardiovascular risk factors.

Methods

For this SLR we used the current guidelines for systematic reviews (Liberatti 2009).

We carried out our search from May to July 2014 in the databases Lilacs, Medline (PubMed version), Cochrane, Scielo, Scopus, and Web of Science by consulting the following keywords in English and Portuguese: *dislipidemias* (dyslipidemias), *salvia*, *salvia hispanica*, *obesidade* (obesity), *hipertensão arterial sistêmica* (systemic arterial hypertension), *hipertriglicé-*

ceridemia (hypertriglyceridemia), *risco cardiovascular* (cardiovascular risk), chia and Lamiaceae. We used the conjunction “And” to associate the use of chia with cardiovascular risk factors, for example “SALVIA [descriptor of subject] and DYSLIPIDEMIAS [descriptor of object]” (Table I). Two researchers (CSF and LFSG) analyzed the articles yielded by the search, independently of each other.

Our inclusion criteria were that the articles had to be less than 10 years old, written in English, Spanish or Portuguese, clinical trials on humans, and not literature reviews. We excluded animal studies, studies that weren't clinical trials, and duplicate articles.

Assessment of risk of bias

To assess risk of bias we used Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.1 (Higgins 2011), which has areas with ratings “low risk”, “high risk” and “unclear risk”. The selection of the 6 criteria was based on the applicability to the selected types of study for this paper.

Collaboration's tool thereby performing a critical appraisal of each aspect of the risk separately. The tool assesses bias according to seven domains: random sequence generation, allocation concealment, blinding of participants and personnel, blinding of outcome assessment, incomplete outcomes, selective outcome reporting, and other sources of bias. Each of the domains appraised can be classified into three categories: low risk of bias, high risk of bias or unclear risk of bias (Fig. 1).

Assessing outcomes of interest

The outcomes we assessed from the studies were total cholesterol, high-density lipoprotein (HDL-c),

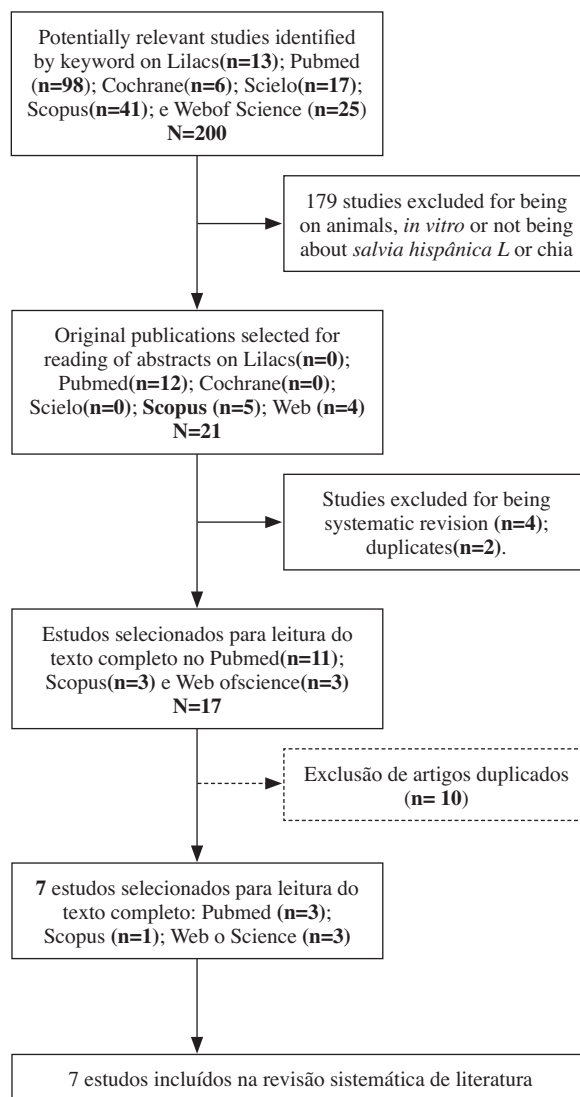


Fig. 1.—Flowchart illustrating study search and selection process.

Table I
Descriptors and concepts used in LRS

Concepts in português	Concepts in english	Descriptors in portuguese	Descriptors in english (mesh)	Synonyms
Dislipidemia		-	Dyslipidemias	Dislipoproteinemias
Hiperlipidemia		-	Hyperlipidemias	Hyperlipemia
Hipertrigliceridemia	-	Hipertrigliceridemia		
Obesidade		-	Obesity	-
SalviaHispanica				
Hipertensão	Hypertension	Hipertensão	Hypertension	
Chia	-	-		-
Salvia	Salvia	Salvia	Salvia	-
Lamiaceae	Lamiaceae	Lamiaceae		
Risco cardiovascular	Cardiovascular Risk		-	-

Table II

General characteristics of clinical trials included in the selected studies

Clinical trial (author, year)	Chia dosage reported	Design/ follow-up	Population sex/age	Population profile (Metabolic/ pathological)	Duration	Diet/Medications	Statistics	Outcomes of interest	Principal findings
Vuksan et al. 2007.	37 g/d $\pm$ 4 g of milled chia seed added to white bread	Randomized, placebo-controlled, single-blind clinical crossover trial	20 teenagers, adults and senior citizens of both sexes. Age: 18-75	Type-2 controlled diabetics	12 weeks	Diet: Recommended by Canadian Diabetes Association Medication: Individuals maintained usual treatment (type and dosage) of oral hypoglycemic, antihypertensive and antilipidemic medication.	NCSS 2000 statistical Software Kaysville, UT) Significance $p < 0.05$	-Fasting blood glucose and insulin -Blood pressure (systolic and diastolic) -Lipids (Total, LDL, HDL, TG) Inflammatory markers (CRP, fibrinogen, Von Willebrand Factor VIII).	Compared with control group, chia treatment lowered SBP 6.3 ± 4.2 mmHg ($P < 0.001$); CRP (mg/l) $40 \pm 1.6\%$ ($P < 0.04$); Von Willebrand Factor $21 \pm 0.3\%$ ($P < 0.03$), ALA and EPA increased with chia consumption ($P < 0.05$)
Vuksan et al. 2010	0, 7, 15 or 24 g/d of chia seed added to white bread	Acute, randomized, placebo-controlled, double-blind clinical crossover	11 adults of both sexes Age?	Healthy, eutrophic individuals	120 minutes. Capillary blood collection 15, 30, 60, 90 and 120 min. after ingestion	Diet and medication not reported	NCSS 2000 (NCSS statistical Software Kaysville, UT) Significance $p < 0.05$	Post-prandial blood sugar	Significant reduction in post-prandial blood sugar with all doses ($P = 0.002$, $r^2 = 0.203$)
Nieman et al. 2009	25 g/d of chia seed mixed with 0.25 L of water – twice daily (50 g/d)	Randomized, placebo-controlled, single-blind clinical trial	76 adults of both sexes Age: 20-70 years	Healthy individuals with excess body fat (≥ 25 Kg/m ²).	12 weeks	Diet: individuals oriented to maintain standard diet Medications: none reported	T-Student test-Significance $p < 0.05$	Body composition and mass, inflammatory markers (CRP, Interleukin-6, Monocyte-Chemotactic Protein, TNF Alpha); Oxidative Stress Markers, PA; Lipid Profile; Blood glucose, analysis of fatty acid in plasma	Compared to control group, plasma ALA increased 24.4% (67.3 ± 5.6 to 83.7 ± 8.5 μ g/ml) $P = 0.012$ No significant difference between groups in reduction of body mass or composition, blood sugar, lipid profile, PA or inflammatory markers

Table II (cont.)
General characteristics of clinical trials included in the selected studies

Clinical trial (author, year)	Chia dosage reported	Design/ follow-up	Population sex/age	Population profile (Metabolic/ pathological)	Duration	Diet/Medications	Statistics	Outcomes of interest	Principal findings
Nieman et al. 2012	25 g/d of milled or whole chia seed	Randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial	56 adult and elderly women; Age 49-79 years	Healthy with excess body fat ($\geq 25 \text{ Kg/m}^2$), post-menopausal, non-smokers	10 weeks	Diet: individuals oriented to maintain standard diet Medications: none reported	Anova T-Student test Mann-Whitney test and Wilcoxon test MATLAB R2010a (MathWorks, Inc., Natick, MA) Significance $p < 0.05$	Body mass and composition, inflammatory markers (PCR, Interleucine-6, Monocyte Chemoattractive Protein, TNF Alpha); Oxidative Stress Markers, PA; Lipid Profile; Blood glucose, analysis of fatty acid in plasma	Significant increases in serum concentrations of ALA (58.4% $p = 0.002$) and EPA (38.6% $p = 0.016$) in the group given milled chia compared to that given whole chia or placebo. No significant difference in body mass or composition, blood pressure, lipid profile or inflammatory markers between whole-seed, milled or placebo groups.
Jin et al. 2012	25 g/day of milled chia	Individual, self-reported clinical trial. Six blood extractions	10 women Age 52-60 years	Post-menopausal, healthy. BMI-17 to 29 Kg/m	7 weeks	Diet: individuals oriented to maintain standard diet Medications: none reported	Anova T-tests-Bonferroni Significance $p < 0.05$	Plasma concentrations of ALA, EPA and DHA	No significant change in body mass. (Pre-study $69.4 \pm 13.8 \text{ Kg}$; three weeks $69.3 \pm 13.7 \text{ Kg}$; seven weeks $60.1 \pm 13.4 \text{ Kg}$) - p value not mentioned ALA - 138% increase ($p < 0.001$) EPA - 30% increase ($p = 0.019$) DHA-decrease ($p=0.030$)

Table II (cont.)
General characteristics of clinical trials included in the selected studies

<i>Clinical trial (author, year)</i>	<i>Chia dosage reported</i>	<i>Design/ follow-up</i>	<i>Population sex/age</i>	<i>Population profile (Metabolic/ pathological)</i>	<i>Duration</i>	<i>Diet/Medications</i>	<i>Statistics</i>	<i>Outcomes of interest</i>	<i>Principal findings</i>
Guevara-Cruz et al. 2012	4 g of chia seed mixed with palm, oats and soy powder diluted in 250 mL of water/2 per day	Randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial	67 adults of both sexes Age 20-60 years	Individuals with excess body mass and metabolic syndrome	2 months	Diet: 500 kcal reduction from usual diet, reduction in saturated fat and cholesterol for 2 weeks before randomization, and after randomization reduction of 500 kcal in diet and further 235 kcal in complement Medications: none reported	Kolmogorov-Smirnov Z test Anova T-Student Significance $p < 0.05$	Body mass, waist perimeter, body composition, PA, blood sugar, insulin, lipid profile, leptin, adiponectin, CRP	Significant decrease in body mass and composition, BMI and waist circumference in both groups ($p < 0.0001$). Significant decrease in TG ($p = 0.05$), CRP (0.01) and insulin resistance (0.001) only in group with diet + complement. No significant difference found in blood sugar or total plasma insulin, cholesterol, HDL-c or LDL-c in either group ($p > 0.05$) No change in leptin or adiponectin.
Ho et al. 2013	0, 7, 15 or 24 g of whole or milled chia added to white bread	Acute, randomized, crossover clinical trial	13 individuals of both sexes	Eutrophic, healthy individuals	Capillary blood collection 15, 30, 45, 60, 90 and 120 min following ingestion	Diet: not reported Medications: individuals using blood sugar-metabolization-altering medications excluded from study	Anova NCSS 2000 (NCSS statistical Software Kaysville, UT) Significance $p < 0.05$	Post-prandial blood sugar represented by area under curve (IAUC))	Decrease in post-prandial blood sugar significantly related to dosage of chia ($p = 0.004$); however, not related to form — milled/whole seed ($p = 0.74$) when compared to placebo group

PAS = systolic blood pressure, EPA = eicosapentaenoic acid, DHA = docosahexaenoic acid, BMI = body mass index, TG = triglycerides; CRP = C-reactive protein

low-density lipoprotein (LDL-c), triglycerides (TG), blood sugar, body mass, systolic and diastolic blood pressure (SBP, DBP), inflammatory markers, and ALA and EPA concentrations.

Data extraction

The data we extracted from the articles in our LRS were: author and year of publication; how chia seed was administered and dose; design\follow-up; study population (sex\age); population profile (metabolic\pathological); exposure\duration; diet\medications; statistics, outcomes of interest, and principal findings. (Table II).

Findings

Study selection

Figure 1 is a flowchart that describes the process of selecting the studies. The search turned up 200 articles, of which 13 references were from Lilags, 98 from Pubmed, six from Cochrane library, 17 from Scielo, 41 from Scopus, and 25 from Web of Science.

We made our initial selection based on title and abstract, which were read by two reviewers independently of each other. Divergences between the reviewers in selecting the studies were resolved by consensus. Upon analyzing the inclusion and exclusion criteria, seven studies were included in the LRS.

Description of studies in systematic review

Table II highlights the principal characteristics of the studies included in our review. Seven articles published between the years 2007 and 2013 met the inclusion criteria and were selected for the LRS. All the studies are clinical trials, six are randomized (Vuksan 2007; Vuksan 2010; Nieman 2009; Nieman 2012; Guevara-Cruz 2012; Ho 2013), and five are placebo controlled (Vuksan 2007, Vuksan 2010, Nieman 2009, Nieman 2012, Guevara-Cruz 2012). Three of the articles cover double-blind clinical trials (Vuksan 2007; Nieman 2012; Guevara-Cruz 2012), two are single-blind, and three are crossover trials (Vuksan 2007; Vuksan 2010; Ho 2013). Two of the studies are acute trials (Vuksan 2010; Ho 2013). In one of the studies chia seed was added to other foods (Guevara-Cruz 2012).

The amount of the chia seed used in the different studies varied from 4 to 50g, with some of the trials using milled chia (Vuksan 2007; Jin 2012), while others used whole chia seed (Vuksan 2010; Nieman 2009; Guevara-Cruz 2012) or both (Nieman 2012; Ho 2013). In some of the studies, the chia, in either whole or milled form, was added to bread (Vuksan

2007; Vuksan 2010; Ho 2013) or diluted in water (Nieman 2009). In Guevara-Cruz *et al.*'s 2012 study, the chia, along with palm, oats and soy protein, were diluted in water. The studies where milled chia (Vuksan 2007; Nieman 2012; Jin 2012) was used obtained the most positive results, as these found an association with lowered blood sugar levels (Vuksan 2010; Ho 2013).

Study-participant age varies from 18 to 79 years of age. Sample size was a factor that varied a great deal, with the smallest sample group composed of 10 individuals (Jin 2012), and the largest 76 (Nieman 2009). Study duration varied as well, the average being approximately 10 weeks.

The study populations' metabolic profiles varied as well, with one study involving people with type 2 diabetes (Vuksan *et al.* 2007), and another dealing with metabolic syndrome (Guevara-Cruz *et al.* 2012). The rest of the studies selected individuals showing no signs of disease, all of them being either healthy (Vuksan *et al.* 2010; Jin *et al.* 2012; Ho *et al.* 2013) or overweight (Nieman *et al.* 2009; Nieman *et al.* 2012).

Only two of the studies involved dietary intervention (Vuksan *et al.* 2007; Guevara-Cruz *et al.* 2012). The findings from these are significant for outcomes relating to CVD risk, such as SBP, inflammation marker (Vuksan *et al.* 2007), body mass, waist circumference, body composition, TG and C-reactive protein (CRP) (Guevara-Cruz *et al.* 2012; Jin *et al.* 2012). The studies that did not involve dietary intervention (Nieman *et al.* 2009; Nieman *et al.* 2012; Jin *et al.* 2012) and did maintain the dietary profile of the individual participants, did not obtain results significant for said outcomes. The acute trials (Vuksan 2010; Ho 2013) sought to assess only post-prandial blood sugar levels in relation to chia seed consumption.

The CVD-risk outcomes of interest assessed in the studies varied. Although most of the outcomes were not significant for such data as body mass, body composition, inflammatory markers, blood sugar, and lipid profile (Chart 2), there was consensus in regard to the increase in ALA and EPA seen with chia ingestion (Vuksan *et al.* 2007, Nieman *et al.* 2009, Nieman *et al.* 2012, Jin *et al.* 2012). The acute studies did not look at ALA or EPA (Vuksan *et al.* 2010, Ho *et al.* 2013); only at post-prandial blood sugar.

Cochrane Collaboration bias assessment

Cochrane Collaboration's bias- or systematic error-assessment tool aims to determine whether a study was executed properly, that is, without bias. For a study to be valid one needs to determine whether the design, data collection and analysis were done correctly. Chart 3 shows the summarized bias risk according to the authors regarding each of the articles in this LRS selection. Graph 1 shows the bias risk for all the articles assessed.

Six of the articles included (Table II) are randomized clinical trials, widely regarded as the gold standard among all clinical research methods, as they are able to produce direct scientific evidence with a low probability of error and thus shed light on a cause-effect relationship between two events (de Carvalho 2013).

Though almost all the studies selected are said to have included randomization, most of them were assessed to have an unclear risk of bias for not providing data as to how the randomization was conducted. Therefore, we were unable to ascertain whether there had been any criteria for randomization that would minimize the risk of bias.

As far as blinding of study participants, personnel and outcome evaluators, there was a more homogeneous percentage between low and unclear risk of bias in the studies (Fig. 1). One reason for this is the fact that there was no report as to how the blinding was obtained. It must be stressed that bias or systematic error represents a flaw in the collection, analysis, interpretation, publication or review of data, leading to conclusions that systematically tend to depart from the truth (de Carvalho 2013). As most of the studies we looked at were of unclear risk of bias for lack of information, this risk seems inflated.

In regard to the reporting of selective outcomes, the results described in both the studies by Nieman *et al.* (2009 and 2012) showed high risk of bias. This is because in these studies not all the primary outcomes were reported, which may compromise the quality of the study. In this respect the other studies were found to have a low risk of bias.

Discussion

Most of the studies investigating chia seed consumption, both by animals and humans, looked at the effect on cardiovascular risk factors, excess body mass

and serum concentrations of ALA and EPA. The interest in this seed arose, mainly, due to its high levels of ALA, fiber, proteins, minerals (calcium, magnesium and potassium) and antioxidants (chlorogenic, caffeic, quercetin and kaempferolacids) (Norlaily 2012).

Although not common in studies on humans, some research points to the consumption of chia having a positive effect on health. However, these studies vary a great deal in both sample size and the profiles of the individuals in the sample group, which may have created a discrepancy in the findings. Furthermore, the quantities and forms of chia seed —ie, milled, whole-seed, baked in bread— were different in the different studies.

In Vuksan *et al.*'s 2007 study, although it was one of the few with significant findings (lowered blood pressure and inflammatory markers) the sample size was small (20 individuals) and the participants' ages varied from teenage to old age (18 to 75 years old). Hence, having individuals in such distinct physiological conditions may have affected the results, with no significant difference found in lipid profile or body mass. However, it was one of the few studies that took into account the positive effect the nutritional intervention had on the study outcomes.

Nieman *et al.* (2009) had the largest sample size in their study (76 individuals of both sexes), but their selection also had a broad age range, with both adults and senior citizens (20-70 years old); they used chia seed diluted in water, and their study had the largest amount of chia (50g). There was no significant difference in reduction of body mass or composition, plasma lipoprotein concentrations, blood pressure or inflammatory markers.

Nieman *et al.* (2012), so as to minimize the differences between individuals, selected 56 women who were healthy, post-menopausal (49-79 years old), non-smokers and who consumed 25g of milled chia seed per day. They noted a significant increase in serum

Table III
Summary of risk of bias. Review judgment by authors on each bias-risk item for each study in selection

Articles	Other sources of bias	Selective outcome reported	Incomplete outcome	Researcher blinding	Participant blinding	Allocation concealment	Random-sequence generation
Vuksan 2007	+	+	+	+	+	+	+
Vuksan 2010	?	?	?	?	?	+	?
Nieman 2009	?	?	?	?	?	-	?
Nieman 2012	?	?	?	?	+	-	?
Jin 2012	?	?	+	+	+	+	+
Guevar 2012	?	?	?	?	+	+	?
Ho 2013	+	?	+	+	+	+	?

Key: + low risk
- high risk
? unclear risk

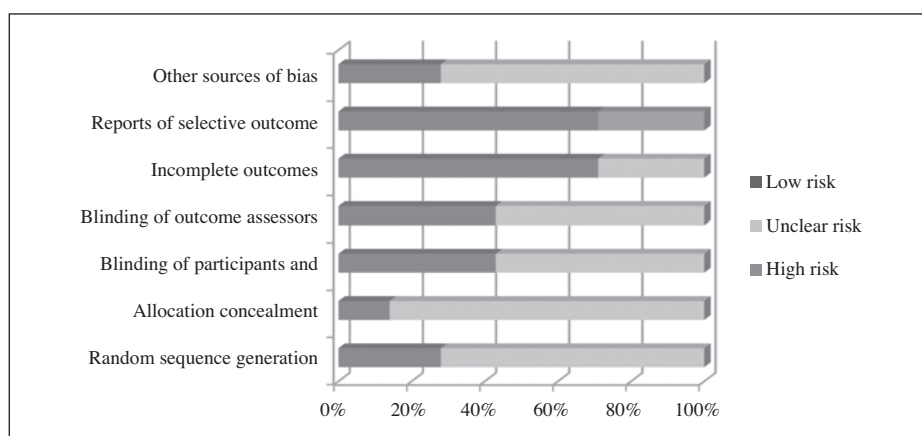


Fig. 2.—Frequency of risk of bias in studies assessed.

ALA and EPA levels in the group given milled chia, but no change was found in the other study parameters.

The acute trials of Vuksan *et al.* (2010) and Ho *et al.* (2013) involved a small number of individuals, 11 and 13 respectively, and used milled and/or whole-seed chia to investigate only post-prandial blood sugar levels. Both studies demonstrated chia seed to lower blood sugar.

Jin *et al.* (2012) assessed 10 post-menopausal women using 25g of milled chia per day over a seven-week period, and found a significant increase in serum ALA and EPA concentrations. Now, the study by Guevara-Cruz *et al.* (2012), where they used a mixture of palm, oats and soy powder diluted in 250 mL of water in conjunction with a dietary intervention, demonstrated a significant decrease in body mass, BMI, waist circumference, TG, CRP and insulin resistance.

In experimental studies, chia seed supplementation attenuated metabolic, cardiovascular and hepatic alterations in rats subjected to a diet heavy in fat and carbohydrates over an eight-week period. They noted improved insulin sensitivity and glucose tolerance, and a reduction in visceral fat, fatty liver and heart and liver inflammation. No change was found in plasma lipid concentrations or blood pressure (Poudyal 2012, Chicco 2008). In another study on rats ingesting chia seed, a significant drop was found in TG and LDL concentrations and a spike in HDL and polyunsaturated fatty acids (Ayerza 2007).

All the studies show a certain risk of bias in some respect, according to Cochrane Collaboration's tool. Mainly for the omission of details regarding study design, how the randomization and blinding was done, and often the description of the outcomes proffered in the study. Hence the quality of methodology in the studies on human chia consumption was compromised, producing inconclusive results where the efficacy of consuming chia to prevent/control cardiovascular risk is concerned.

In spite of the many shortcomings of the studies we selected, the strength of this LRS is the fact that the research consists in two authors, independently of

each other, thoroughly searched six distinct databases. This means there is a good likelihood that the all the publications relating to the subject were identified and included in the review. However, the findings are contradictory, probably due to the methodological shortcomings identified in the selected studies.

Conclusion

The studies investigating the effect the consumption of chia seed has on cardiovascular risk present inconclusive results. We underscore the need for randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trials in order to obtain results that are more reliable.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

Acknowledgements

The authors thank the Eliana Rosa library for their help in the bibliographic search.

References

1. Ayerza R, Coates W, Lauria M. Chia seed (*Salvia hispanica* L) as an omega-3 fatty acid source for broilers: influence on fatty acid composition, cholesterol and fat content of white and dark meats, growth performance and sensory characteristics. *Poultry Science*, v.81, p. 826-837, 2002.
2. Ayerza R JR, Coates W. Effect of dietary alpha-linolenic fatty acid derived from chia when fed as ground seed, whole seed and oil on lipid content and fatty acid composition of rat plasma. *Annals of Nutrition and Metabolism*, v.51(1), p. 27-34, 2007.
3. Azeona JO, Schang M.J, Garcia PT, Gallinger C, Ayerza R JR, Coates W. Omega 3 enriched broiler meat: The influence of linolenic n-3 fatty acid sources on growth, performance and meat fatty acid composition. *Canadian Journal of Animal Science*, v.88, p. 257-269, 2008.

4. Bresson JL, Flynn A, Heinonen M *et al.* Opinion on the safety of "Chia seeds (*Salvia hispanica* L.) and ground whole Chia seeds as a food ingredient. *The European Food Safety Authority Journal*, v.996, p. 1-26, 2009.
5. Caudillo ER, Tecante A, Valdivia-Lopez M.A. Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Food Chemistry*, v.107, p. 656-663, 2008.
6. Chicco AG, D'Alessandro ME, Hein GJ, Oliva ME, Lombardo YB. Dietary chia seed (*Salvia hispanica* L.) rich in alpha-linolenic acid improves adiposity and normalises hypertriacylglycerolaemia and insulin resistance in dyslipaemic rats. *British Journal of Nutrition*, v.101(1), p. 41-50, 2009.
7. Coates W, Ayerza R. Chia (*Salvia hispanica* L.) seed as an omega-3 fatty acid source for finishing pigs: effects on fatty acid composition and fat stability of the meat and internal fat, growth performance, and meat sensory characteristics. *Journal of Animal Science*, v.87(11), p. 3798-3804, 2009.
8. Craig R. Application for approval of whole chia (*Salvia hispanica* L.) seed and ground whole chia as novel food ingredients. Advisory committee for novel foods and processes. Ireland: Company David Armstrong, p. 1-29, 2004.
9. De Carvalho APV, Silva V, Grande AJ. Avaliação do risco de viés de ensaios clínicos randomizados pela ferramenta de colaboração Cochrane. *Revista Diagnóstico e Tratamento*, v.18, p. 38-44, 2013.
10. Guevara-Cruz M, Tovar AR, Aguilar-Salinas CA, Medina-Vera, Gil-Zenteno L, Hernández-Viveros I, López-Romero P, Ordaz-Nava G, Canizales-Quinteros S, Guillen Pineda LE, Torres N. A dietary pattern including nopal, chia seed, soy protein, and oat reduces serum triglycerides and glucose intolerance in patients with metabolic syndrome. *Journal of Nutrition*, v.142(1), p. 64-69, 2012.
11. Higgins JPT, Green S. Cochrane handbook for systematic reviews of interventions. Version 5.1.0. The Cochrane Collaboration; 2011. Disponível em: <http://www.cochrane-handbook.org>.
12. Ho H, Lee AS, Jovanovski E, Jenkins AL, Desouza R, Vuksan V. Effect of whole and ground Salba seeds (*Salvia Hispanica* L.) on postprandial glycemia in healthy volunteers: a randomized controlled, dose-response trial. *European Journal of Clinical Nutrition*, v.67(7), p. 786-788, 2013.
13. Jin F, Nieman DC, Sha W, Xie G, Qiu Y, Jia W. Supplementation of milled chia seeds increases plasma ALA and EPA in postmenopausal women. *Plant Foods for Human Nutrition*, v.67(2), p. 105-110, 2012.
14. Justo MB, Alfaro AD, Aguilar E.C. Integral bread development with soybean, chia, linseed, and folic acid as a functional food for women. *Archivos Latino Americanos de Nutrición*, v.57(1), p. 78-84, 2007.
15. Lee Amy Sanda. Os Efeitos da *Salvia hispanica* L (Salba) na glicemia e apetite subjetivo. A thesis submitted in conformity with the requirements for the degree of Master's of Science Nutritional Sciences University of Toronto, 2009.
16. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. *British Medical Journal*. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.b2700> (Published 21 July 2009).
17. Mohd Ali N, Yeap SK, Ho WY, Beh BK, Tan SW, Tan SG. The promising future of chia, *Salvia hispanica* L. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, v.2012, Article ID 171956, 2012.
18. Nieman D.C, Cayea E.J, Austin M.D, Henson D.A, McAnulty SR, Jin F. Chia seed does not promote weight loss or alter disease risk factors in overweight adults. *Nutrition Research*, v.29(6), p. 414-418, 2009.
19. Nieman DC, Gillitt N, Jin F, Henson DA, Kennerly K, Shanely RA, Ore B, Su M, Schwartz S. Chia seed supplementation and disease risk factors in overweight women: a metabolomics investigation. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, v.18 (7), p. 700-708, 2012.
20. Poudyal H, Panchal SK, Waanders J, Ward L, Brown L. Lipid redistribution by alpha-linolenic acid-rich chia seed inhibits stearyl-CoA desaturase-1 and induces cardiac and hepatic protection in diet-induced obese rats. *Journal of Nutritional Biochemistry*, v.23(2), p. 153-62, 2012.
21. Schmidt MI, Duncan BB, Azevedo E, Silva G, Menezes AM, Monteiro CA, Barreto SM. Chronic non-communicable diseases in Brazil: burden and current challenges. *Lancet*, v.377(9781), p. 1949-1961, 2011.
22. Sociedade Brasileira de Hipertensão Arterial, Sociedade Brasileira de Cardiologia, Sociedade Brasileira de Nefrologia. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial. *Revista Brasileira de Hipertensão*, v.17(1), p. 1-64, 2010.
23. Ulbricht C, Chao W, Nummy K, Rusie E, Colucci ST, Iannuzzi CM, Plammoottil JB, Varghese, M, Weissner W. Chia (*Salvia hispanica*): A Systematic Review by the Natural Standard Research Collaboration. *Review on Recent Clinical Trials*, v.4, p. 168-174, 2009.
24. Vázquez OA, Rosado RR, Chel GL, Betancur AF. Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica* L.). *Food Science Technology*, v.42, p. 168-173, 2008.
25. Vuksan V, Whitman D, Sievenpiper JL, Jenkins AL, Rogovik AL, Bazinet RP, Vidgen E, Amir H. Supplementation of Conventional Therapy With the Novel Grain Salba (*Salvia hispanica* L.) Improves Major and Emerging Cardiovascular Risk Factors in Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*, v.30(11), p. 2804-2809, 2007.
26. World Health Organization - WHO. Cardiovascular Diseases (CVDs). *FactSheet* nº 317; 2013. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en/index.html>. Acesso em: 12/ JUL./ 2014.
27. World Heart Federation. Cardiovascular disease. Risk factors. Disponível em: <http://www.world-heart-federation.org/cardiovascular-health/cardiovascular-disease-risk-factors/> Accessed in February 2014.



Revisión

¿Perder peso aumenta la esperanza de vida? revisión sistemática

Karen Lizarraga Hernández¹, Montserrat Bacardí Gascón y Arturo Jiménez Cruz

Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Medicina y Psicología, Mexico.

Resumen

Antecedentes: existe controversia sobre el efecto de la pérdida de peso sobre la mortalidad. Se realizó una revisión sistemática de estudios prospectivos, con un seguimiento ≥ 10 años, que evaluó el efecto de la pérdida de peso y los cambios de peso cíclicos con todas las causas de mortalidad.

Métodos: se efectuó una búsqueda en PubMed, de artículos prospectivos, con un seguimiento > 10 años, publicados del 1 de enero de 2004 al 31 de diciembre de 2014.

Resultados: nueve estudios cumplieron con los criterios de inclusión: cinco evaluaron la relación de la pérdida de peso exclusiva sobre la mortalidad, dos los cambios en el peso cíclicos y la mortalidad, y dos la pérdida de peso y los cambios en el peso cíclicos y la mortalidad. En los cinco que evaluaron la pérdida de peso, la mortalidad aumentó; en los dos que evaluaron cambios cíclicos en el peso, no se observó aumento en el riesgo de mortalidad, y en los dos que evaluaron pérdida de peso y cambios cíclicos en el peso, los cambios en el peso aumentaron el riesgo de mortalidad en ambos estudios, mientras que la pérdida de peso aumento el riesgo de mortalidad en un estudio.

Conclusión: seis de los siete estudios (≥ 10 años de seguimiento) prospectivos mostraron que la pérdida de peso se asoció con aumento de la mortalidad; los resultados de los estudios que evaluaron cambios cíclicos de peso fueron inconsistentes. No se observaron evidencias de que la pérdida de peso aumente la esperanza de vida.

(Nutr Hosp. 2015;32:1919-1925)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9691

Palabras clave: *Perdida de peso. Esperanza de vida. Mortalidad. Revisión sistemática.*

DO WEIGHT LOSS INCREASE LIFE EXPECTANCY?: SYSTEMATIC REVIEW

Abstract

Background: prospective trials that assess the effect of weight loss on all-cause mortality have shown controversial results. We conducted a systematic review of prospective studies, with a follow up ≥ 10 y, assessing the association of weight loss and weight cycling with all cause-mortality.

Methods: we searched Pubmed of prospective studies with a follow up of ≥ 10 y, published from January 1st 2004 to December 31th 2014.

Results: nine studies met the inclusion criteria. Five studies assessed the association between weight loss and mortality, two of the studies examined weight cycling and mortality, and two other weight loss and weight cycling with mortality. Weight loss increased all-cause mortality in those that assessed weight loss and mortality. In the two studies evaluating the association between weight cycling and mortality, weight cycling made no difference on mortality. In the two studies assessing weight loss and weight cycling, results showed weight cycling increased mortality in both of them, and weight loss increased mortality in one study.

Conclusion: six out of seven (≥ 10 y of follow up) prospective studies showed that weight loss was associated with increased mortality; the results from studies assessing weight cycling were inconsistent. None of the studies found evidence showing that weight loss improved life expectancy.

(Nutr Hosp. 2015;32:1919-1925)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9691

Key words: *Weight loss. life expectancy. Mortality. Systematic review.*

Correspondencia: Arturo Jiménez Cruz.
Av. Tecnológico 14418, Av. Universidad.
Unidad Universitaria. Tijuana 22390.
E-mail: ajimenez@uabc.edu.mx

Recibido: 28-VII-2015.
Aceptado: 17-VIII-2015.

Introducción

El sobrepeso y la obesidad se han convertido en una pandemia con implicaciones sanitarias¹⁻². Por lo que se han utilizado diversas estrategias para reducir el peso³⁻⁶.

El aumento de la mortalidad como resultado de la obesidad ha sido reportado en diversos estudios⁷. Flegal y cols.⁷, realizaron una revisión sistemática y meta-análisis para evaluar los riesgos de mortalidad por cualquier causa en personas con sobrepeso y obesidad, comparadas con personas de peso normal. Analizaron 97 estudios prospectivos publicados de 1995 a 2012. Se encontró que las personas con índice de masa corporal (IMC) $>30\text{Kg/m}^2$, tenían mayor riesgo de mortalidad por todas las causas en relación con las personas de peso normal. Sin embargo, las personas con IMC de $25\text{-}29.9\text{ Kg/m}^2$ presentaron menor riesgo de mortalidad, cuando se comparó con el peso normal.

Por otro lado, existe controversia sobre el efecto de la pérdida de peso sobre la mortalidad⁸. Algunos estudios han reportado mayor mortalidad en las personas que perdieron más de 5% de peso y en quienes presentaron pérdidas de peso cíclico⁹⁻¹⁰. Fenómeno que se le ha llamado “La paradoja de la obesidad”¹¹.

Simonsen y cols.⁹, realizaron una revisión sistemática, en la que incluyeron nueve estudios prospectivos publicados de 1995 a 2005, y en los que se evaluó la asociación de la pérdida de peso intencional sobre la mortalidad en individuos sanos. Se observó que la pérdida de peso intencional disminuyó la mortalidad en dos estudios, aumentó en tres y no se encontró asociación en cuatro. Pérez Morales y cols.¹⁰, realizaron una revisión sistemática en la que se analizaron 20 estudios prospectivos que evaluaron el efecto de la pérdida de peso sobre la mortalidad, publicados de 2000 a 2009. En 15 estudios se observó que la pérdida de peso disminuía la esperanza de vida y en cinco mejoró la esperanza de vida. Kritchevsky y cols. (2015)¹², realizaron un meta-análisis en el que incluyeron 15 ensayos clínicos aleatorizados para evaluar el efecto de las terapias de pérdida de peso sobre la mortalidad, publicados de 1987 a 2013. Se incluyeron estudios con un

seguimiento igual o mayor de 18 meses, en individuos de 30 a 46 años, en los que se observó una pérdida promedio de peso de 5.0 Kg. Se observó que la pérdida de peso intencional redujo la mortalidad por todas las causas en un 15% en las personas obesas; sin embargo al valorar el intervalo de confianza, la reducción de la mortalidad no fue significativa.

Debido a que el efecto de la obesidad sobre la mortalidad tiene mayor valor a largo plazo, el objetivo de este estudio es valorar el efecto de la pérdida de peso y de los cambios de peso cíclicos sobre la mortalidad en estudios con un seguimiento igual o mayor a 10 años.

Metodología

Se revisaron todos los artículos prospectivos originales encontrados en inglés publicados en la base de datos de PubMed, del 1 de enero de 2004 al 31 de diciembre del 2014. Utilizando como palabras clave “weight loss, weight change, intentional weight loss, weight fluctuation, weight cycling, mortality, prospective studies”, en la primera búsqueda, y “weight loss and life expectancy” en la segunda búsqueda. Los criterios de inclusión fueron: artículos publicados del 1 de enero de 2004 al 31 de diciembre de 2014, con un periodo de seguimiento de 10 o más años, el número de sujetos de estudio mayor a 500 y en personas mayores de 18 años.

En la primera búsqueda electrónica se encontraron 409 artículos. Después de leer los resúmenes se excluyeron 391 artículos debido a que no cumplían los criterios de inclusión (Fig. 1). Posterior a una lectura completa de los artículos, se eliminaron nueve porque el seguimiento fue menor a 10 años. En la segunda búsqueda electrónica se encontraron 17 artículos, de los cuales ninguno cumplía con los criterios de inclusión.

La calidad de los artículos fue valorada mediante los criterios de Simonsen y cols., que evalúa la calidad de la pregunta sobre la intencionalidad de la pérdida de peso, el método de recolección del peso, el método de pérdida de peso, el método estadístico y el control de otras

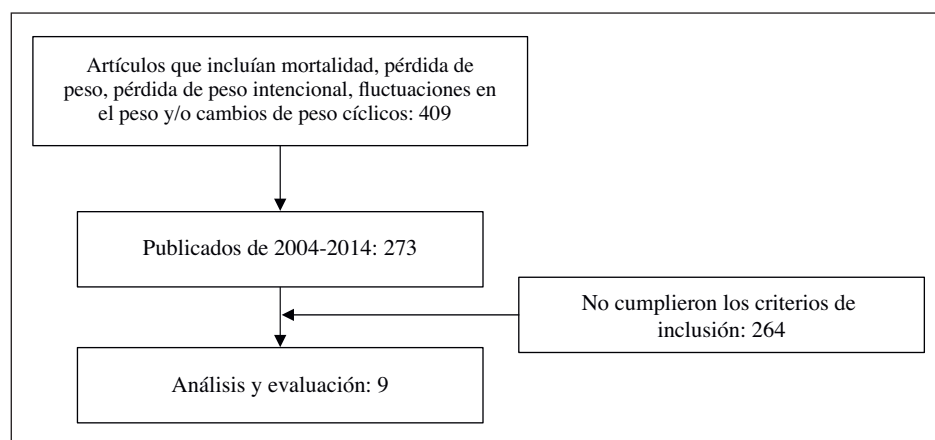


Fig. 1. Flujograma de búsqueda.

variables de confusión como tabaquismo, antecedentes patológicos, calidad de vida, estatus socio-económico y actividad física. En esa escala se asigna a las respuestas una calificación de 0 a 2 puntos: débiles, moderadas y fuertes, donde la calificación máxima es de 20 puntos, de acuerdo a las diez variables evaluadas⁹.

Resultados

Se analizaron nueve estudios prospectivos, con un periodo de seguimiento de mortalidad igual o mayor a 10 años, publicados de 2004 a 2014 (Tabla I). Tres se realizaron en los Estados Unidos^{14-15,17} y uno en cada uno de los siguientes países: Finlandia¹¹, Holanda¹³, Alemania¹⁶, Noruega¹⁸, Reino Unido¹⁹ y Austria²⁰. La población de estudio incluyó desde 505 hasta 122, 638 sujetos.

Tres de los estudios se realizaron en población exclusivamente masculina^{11,15-16}, dos en femenina^{13,17} y cuatro en ambos sexos^{14,18-20}. El rango de edad al inicio del seguimiento fue de 18 a 101 años de edad y las medias de seguimiento oscilaron entre los 11 y 23 años.

La variación de la calidad de los estudios fue de 10 a 15 puntos. Dos estudios analizaron la intencionalidad de la pérdida de peso^{17,19}; en siete estudios, la información sobre la pérdida de peso fue prospectiva, basada en mediciones de peso y estatura y el cálculo del IMC^{11,13-16,18,20}, y en dos fue basada en auto-reporte^{17,19}; cuatro estudios presentaron información sobre actividad física^{15,17-19}; ninguno de los estudios reportó el método de pérdida de peso.

La mortalidad del primer año se excluyó en dos estudios^{11,20}, de los dos primeros años en dos estudios¹⁷⁻¹⁸ y de los primeros cinco años en un estudio¹⁵. En tres de los estudios el análisis de riesgo de mortalidad se ajustó a la edad, al tabaquismo, a diversas enfermedades y al estatus socioeconómico^{11,14,16}; en dos se ajustó a la edad, al tabaquismo, a diversas enfermedades, al estatus socioeconómico y a la realización de actividad física^{15,19}; en dos se ajustó a la edad, al tabaquismo y a la realización de actividad física¹⁷⁻¹⁸; en uno se ajustó a la edad, al tabaquismo y a diversas enfermedades¹³ y en uno se ajustó a la edad, al tabaquismo y al estatus socioeconómico²⁰. Todos los estudios utilizaron el modelo de riesgos proporcionales de COX (HR), con un intervalo de confianza del 95%.

La pérdida de peso aumentó el riesgo de mortalidad en los cinco estudios que la evaluaron^{11,13,15,18,20}. En los dos estudios que evaluaron la pérdida de peso y los cambios de peso cíclicos, la pérdida de peso aumentó el riesgo de mortalidad en un estudio¹⁴ y los cambios de peso cíclicos aumentaron la mortalidad en los dos estudios^{14,16}. En los dos estudios donde valoraron exclusivamente los cambios de peso cíclicos, no se observaron diferencias en el riesgo de mortalidad^{17,19}.

En el estudio de Strandberg (2013)¹¹, realizado en hombres en Finlandia, la pérdida de peso aumentó el riesgo de mortalidad (HR: 1.8; IC 95%, 1.3-2.3) com-

parado con los de peso normal. La calidad de este estudio fue de 12 puntos, debido a que no se preguntó sobre la intencionalidad de la pérdida de peso. En este estudio, el riesgo de mortalidad se ajustó a la edad, al tabaquismo, a diversas enfermedades, al estatus socio-económico y se excluyó la mortalidad del primer año de seguimiento. No se ajustó al método de pérdida de peso, ni a la actividad física.

En el estudio de Maru (2004)¹³, realizado en mujeres holandesas mayores de 50 años, la pérdida de peso moderada (5-9%) aumentó el riesgo de mortalidad (HR: 1.4; IC 95%, 1.1-1.6), comparado con un cambio de peso <5%. La calidad de este estudio fue de 10 puntos, debido a que no se preguntó sobre la intencionalidad de la pérdida de peso. El riesgo de mortalidad se ajustó a la edad, al tabaquismo y a diversas enfermedades. No se ajustó por el método de pérdida de peso, el estatus socio-económico, la realización de actividad física, ni se excluyeron las muertes en los primeros años de seguimiento.

En el estudio de Corrada (2006)¹⁵, realizado en hombres estadounidenses, la pérdida de peso >5% aumentó el riesgo de mortalidad (HR: 1.51; IC 95%, 1.38-1.65 en los participantes con bajo peso) y (HR: 1.25; IC 95%, 1.13-1.38 en los participantes con obesidad), comparado con los de peso normal. La calidad de este estudio fue de 13 puntos, debido a que no se preguntó sobre la intencionalidad de la pérdida de peso. En este estudio, el riesgo de mortalidad se ajustó a la edad, al tabaquismo, a diversas enfermedades, al estatus socio-económico, a la realización de actividad física y se excluyeron la mortalidad de los primeros cinco años de seguimiento. No se evaluó el método de pérdida de peso.

En el estudio de Wilsgaard (2009)¹⁸, realizado en Noruega, la disminución del IMC de 2 Kg/m² en los hombres, se asoció con un aumento de la mortalidad (HR: 2.09; IC 95%, 1.56-2.81), comparado con los hombres que aumentaron 1 Kg/m². En las mujeres, no se observó asociación entre los cambios en el IMC y la mortalidad. La calidad de este estudio fue de 12 puntos, debido a que no se preguntó sobre la intencionalidad de la pérdida de peso. El riesgo de mortalidad se ajustó por la edad, el tabaquismo, la actividad física y se excluyó la mortalidad de los dos primeros años de seguimiento. No se ajustó al método de pérdida de peso, ni al estatus socio-económico.

En el estudio de Klenk (2014)²⁰, realizado en población australiana, la pérdida de peso > 0.10 Kg/m²/año aumentó la mortalidad por todas las causas en ambos sexos. En los hombre se reportó un HR de 1.13 (IC 95%, 1.03-1.24) para el sobrepeso y un HR de 1.50 (IC 95%, 1.30-1.73) para la obesidad y en las mujeres un HR de 1.17 (IC 95%, 1.06-1.29) para el sobrepeso y 1.52 (IC del 95%, 1.34-1.72) para la obesidad, en comparación con los que mantuvieron un peso normal. La calidad de este estudio fue de 13 puntos, debido a que no se preguntó sobre la intencionalidad de la pérdida de peso. En este estudio, el riesgo de mortalidad se

Tabla I
Características de los estudios que cumplieron con los criterios de inclusión

Referencia	No. Sujetos	Sexo	Edad	Media de seguimiento	Resultados (HR, IC 95%)	Calidad	Conclusiones
Maru y cols. 2004/Holanda	8, 100	Mujeres	50-66	17	Pérdida de peso moderado (5-9%) vs Cambio de peso <5%, HR: 1.4 (1.1-1.6). Pérdida de peso severo (10-14%) vs Cambio de peso <5%, HR: 0.9 (0.5-1.4). Pérdida de peso extremo ($\geq 15\%$) vs Cambio de peso, HR: 0.8 (0.4-1.8)	10	La pérdida de peso aumentó el riesgo de mortalidad solo en el grupo de pérdida de peso moderado (5-9%).
Díaz y cols. 2005/EEUU	8, 479	Hombres/ Mujeres	25-74	21	Pérdida de peso vs Peso estable, HR: 3.36 (2.47-4.55). Fluctuaciones de peso vs Peso estable, HR: 1.83 (1.25-2.69).	11	La pérdida ≥ 3.0 unidades de IMC y las fluctuaciones de peso aumentaron la mortalidad.
Corrada y cols. 2006/EEUU	13, 451	Hombres	44-101	23	Pérdida de peso en IMC <18.5 Kg/m ² vs Peso normal, HR: 1.51 (1.38-1.65) Pérdida de peso en IMC > 30 Kg/m ² vs Peso normal, HR: 1.25 (1.13-1.38).	13	La pérdida de peso >5% aumentó el riesgo de mortalidad.
Rzehak y cols. 2007/Alemania	505	Hombres	55-74	15	Pérdida de peso vs IMC estable, HR= 1.81 (0.99-3.31). Fluctuaciones de peso vs IMC estable, HR: 1.86 (1.31-2.66).	12	La pérdida de peso ≥ 3 Kg/m ² no mostró cambios en la mortalidad. Las fluctuaciones de peso aumentaron el riesgo de mortalidad.
Field y cols. 2009/EEUU	44, 876	Mujeres	30-55	12	Cambios cíclicos moderados vs Peso normal, HR: 0.83 (0.75-0.93). Cambios cíclicos severos vs Peso normal, HR: 0.89 (0.77-1.04)	15	Quiénes presentaron cambios de peso cíclicos moderado y severo tuvieron mortalidad similar las mujeres con peso estable. Sin embargo, en modelos ajustados a la edad, en adultos jóvenes y de edad media, quienes presentaron cambios cíclicos severos de peso, tuvieron mayor riesgo de mortalidad que los de peso estable.
Wilsgaard y cols. 2009/No-ruega	9, 932	Hombres/ Mujeres	20-54	11	Hombres con una disminución del IMC de 2 Kg/m ² vs Hombres con aumento del IMC de 1 Kg/m ² , HR: 2.09 (1.56-2.81).	12	La pérdida de peso se asoció con aumento de la mortalidad en los hombres en todos los subgrupos. En las mujeres, no se observó asociación entre cambios en el IMC y la mortalidad.
Stevens y cols. 2012/Reino Unido	122, 638	Hombres/ Mujeres	50-74	16	1-4 cambios ciclos vs Peso estable, HR: 0.93 (0.89-0.97) en hombres y HR: 0.93 (0.89-0.98) en mujeres. 20 cambios ciclos vs Peso estable, HR: 1.03 (0.89-1.19) en hombres y HR: 0.99 (0.88-1.12) en mujeres.	15	Los resultados no apoyan un mayor riesgo de mortalidad asociada con cambios de peso cíclicos, independientemente del IMC y de la ganancia de peso.

Tabla I (cont.)
Características de los estudios que cumplieron con los criterios de inclusión

Referencia	No. Sujetos	Sexo	Edad	Media de seguimiento	Resultados (HR, IC 95%)	Calidad	Conclusiones
Strandberg y cols. 2013/Finlandia	1, 114	Hombres	40-55	12	Pérdida de peso vs Peso normal, HR: 1.8 (1.3-2.3). Sobrepeso constante vs Peso normal, HR: 1.3 (1.03-1.7).	12	De 1974-2000 hay mayor tasa de mortalidad de quienes tenían sobrepeso vs peso normal. Entre 2000-2012 no hay diferencias en la mortalidad entre peso normal y sobrepeso. La tasa de mortalidad fue mayor en el grupo que perdió peso. La tasa de mortalidad entre 50 y 62 años de edad (25-37 de seguimiento) fue 30 % más alta, en quienes tenían sobrepeso constante vs peso normal constante y 80 % más alta en el grupo de pérdida de peso vs peso normal constante.
Klenk y cols. 2014/Austria	42, 099	Hombres/ Mujeres	18-94	12	Hombres con sobrepeso vs Peso normal, HR: 1.13 (1.03-1.24); Hombres con obesidad vs Peso normal, HR: 1.50 (1.30-1.73). Mujeres con sobrepeso vs Peso normal, HR: 1.17 (1.06, 1.29); Mujeres con obesidad vs Peso normal HR: 1.52 (1.34-1.72).	13	El aumento de peso en personas con sobrepeso y obesidad después de un periodo de pérdida de peso fue un factor de riesgo de mortalidad por cualquier causa. La pérdida de peso aumentó significativamente el riesgo relativo de mortalidad.

ajustó a la edad, al tabaquismo y al estatus socio-económico y se excluyó la mortalidad del primer año de seguimiento. No se ajustó al método de pérdida de peso, ni a la realización de actividad física.

En el estudio de Díaz (2005)¹⁴, definieron la fluctuación de peso como la suma de las desviaciones > 5.04 en quienes presentaron una diferencia < 3.0 unidades entre el IMC inicial y final. Este estudio se realizó en personas estadounidenses, la pérdida de peso $\geq$ 3.0 unidades de IMC y las fluctuaciones de peso aumentaron el riesgo de mortalidad (HR: 3.36; IC 95%, 2.47-4.55) y (HR: 1.83; IC 95%, 1.25-2.69) respectivamente, comparado con los que presentaron cambios en el IMC <3.0 Kg/m². La calidad de este estudio fue de 11 puntos, debido a que no se preguntó sobre la intencionalidad de la pérdida de peso. En este estudio, el riesgo de mortalidad se ajustó a la edad, al tabaquismo, a diversas enfermedades y al estatus socio-económico. No se ajustó al método de pérdida de peso, a la realización de actividad física, ni se excluyeron a las muertes en los primeros años de seguimiento.

En el estudio de Rzehak (2007)¹⁶, definieron la fluctuación de peso en quienes presentaron una diferencia entre el IMC inicial y final < 3.0 unidades y que la suma de desviaciones absolutas fuera > 3.49 unidades de IMC. Este estudio se realizó en hombres en Alemania y se observó que ni la pérdida, ni la ganancia de IMC de 3.0 Kg/m² o más, aumentaron el riesgo de mortalidad, sin embargo, con fluctuaciones mayores a 3.49 Kg/m² se observó un aumento de la mortalidad. Quienes presentaron fluctuaciones mayores 3.49 Kg/m² presentaban 86% más posibilidades de mortalidad (HR: 1.86; IC 95%, 1.31-2.66), comparado con los que mantuvieron un IMC estable. La calidad de este estudio fue de 11 puntos, debido a que no se preguntó sobre la intencionalidad de pérdida de peso. En este estudio, el riesgo de mortalidad se ajustó a la edad, al tabaquismo, a diversas enfermedades y al estatus socio-económico. No se ajustó al método de pérdida de peso, a la realización de actividad física, ni se excluyó la mortalidad de los primeros años de seguimiento.

En el estudio de Field (2009)¹⁷, realizado en mujeres, clasificaron los cambios de peso cíclicos como severos y moderados. Los cambios cíclicos severos incluían a las mujeres que intencionalmente perdieron más de 20 libras (> 9 Kg) en tres o más ocasiones. Los cambios cíclicos moderados incluyeron a las mujeres que intencionalmente perdieron más de 10 libras ($\geq$ 4.5 Kg) tres o más veces, pero que no cumplían con los criterios de severidad mencionados previamente.¹⁷ En este estudio, quienes presentaron cambios de peso cíclicos moderados y severos tuvieron una mortalidad similar a las mujeres con peso estable. Sin embargo, en modelos ajustados a la edad, en adultas jóvenes y de edad media, quienes presentaron cambios cíclicos severos de peso, tuvieron mayor riesgo de mortalidad que las de peso estable. La calidad de este estudio fue de 15 puntos, debido a la falta de claridad en la pregunta sobre la intencionalidad de pérdida de peso. En

este estudio, el riesgo de mortalidad se ajustó a la edad, al tabaquismo, a la realización de actividad física y se excluyó la mortalidad de los dos primeros años de seguimiento. No se ajustó al estatus socio-económico, ni al método de pérdida de peso.

En el estudio de Stevens (2012)¹⁹, realizado en población del Reino Unido definieron los cambios de peso cíclicos como periodos repetidos de pérdida de peso intencional de 10 o más libras (≥ 4.5 Kg) y la recuperación del mismo¹⁹. No se observaron diferencias de mortalidad en los hombres (HR: 1.03, IC 95%, 0.89-1.19) ni en las mujeres (HR: 0.99; IC 95%, 0.88-1.12) que presentaron 20 o más cambios cíclicos en el peso, independientemente del IMC y de la ganancia de peso. La calidad de este estudio fue de 15 puntos, debido a que la pregunta sobre la intencionalidad de pérdida de peso fue clara. En este estudio, el riesgo de mortalidad se ajustó a la edad, al tabaquismo, a diversas enfermedades, al estatus socio-económico y a la realización de actividad física. No se ajustó al método de pérdida de peso, ni se excluyó la mortalidad de los primeros años de seguimiento.

Discusión

Esta revisión fue realizada en nueve estudios prospectivos, cinco valoraron exclusivamente la pérdida de peso, dos evaluaron la pérdida de peso y los cambios de peso cíclicos y dos evaluaron exclusivamente cambios de peso cíclicos. En todos los estudios donde se valoró exclusivamente la pérdida de peso, se observó que ésta aumentó la mortalidad^{11,13,15,18,20}. En los dos estudios que analizaron la pérdida de peso y los cambios de peso cíclicos, la pérdida de peso aumentó el riesgo de mortalidad en un estudio¹⁴ y los cambios cíclicos en el peso aumentaron el riesgo de mortalidad en ambos estudios^{14,16}. En los dos estudios que analizaron los cambios de peso cíclicos exclusivamente no se observaron diferencias en el riesgo de mortalidad^{17,19}.

Es decir, en seis de siete estudios que valoraron la pérdida de peso aumentó el riesgo de mortalidad y en los dos que estudiaron los cambios de peso cíclicos únicamente, uno reportó disminución en la mortalidad debido a cambios de peso moderado y el otro no reportó mayor riesgo de mortalidad. Además, en el estudio de Field¹⁷, en adultos jóvenes y de edad media, en modelos ajustados a la edad, quienes presentaron cambios cíclicos severos, tuvieron 15% mayor mortalidad que quienes presentaron peso estable. En el estudio de Stevens y cols., los resultados fueron inconscientes debido a cambios de peso cíclico; sin embargo, no se excluyó la mortalidad de los primeros años¹⁹. La calidad de estas evidencias, de acuerdo a los criterios de Simonsen, fue de 10 a 15, lo que puede considerarse como leve a moderada⁹.

Sin embargo, estos resultados deben interpretarse con precaución, debido a que en los únicos estudios que incluyeron la pregunta sobre intencionalidad de

pérdida de peso, los resultados fueron inconscientes. Pocos estudios se han realizado valorando la pérdida de peso intencional y en estos no se ha observado mayor riesgo de mortalidad. Field y cols., consideran que no se debe subestimar la importancia de no valorar la intencionalidad de la pérdida de peso¹⁷. La pérdida de peso no intencional se ha asociado al tabaquismo, al pobre estado de salud, y a la edad; tres importantes factores de confusión de la morbimortalidad por enfermedades crónicas¹⁷.

Los resultados observados de esta revisión son similares a los que reportaron en un meta-análisis de estudios de pérdida de peso intencional¹². En ese meta-análisis no hubieron diferencias en el riesgo de mortalidad en los grupos que perdieron peso (HR=0.85; IC 95%, 0.73-1.0). Resultados similares también se observaron en la revisión de Harrington y cols., donde el riesgo de mortalidad en los que perdieron peso intencionalmente no fue diferente a las del grupo con peso estable; mientras que la pérdida de peso no intencional o mal definida, se asoció con un aumento del 22 a 39% en el riesgo de mortalidad²¹.

Algunos autores han propuesto que el efecto negativo de la pérdida de peso sobre el aumento de la mortalidad podría ser el resultado de algunas enfermedades subyacentes que se asocian con la pérdida de peso,^{1,19,22} además que las fluctuaciones en el peso en personas de edad avanzada, pueden ser un signo de dificultad para mantener la homeostasis y por lo tanto una señal temprana de deterioro de la salud²³. También, la pérdida de peso incluye pérdida de masa muscular y masa libre de grasa, lo que podría tener efectos sobre el músculo cardíaco y otros órganos vitales²⁴. Así mismo, se ha sugerido que la pérdida de peso cíclica puede facilitar la redistribución de la grasa corporal periférica y a una recuperación de peso a partir de la grasa, lo que disminuye la tasa metabólica basal, aumenta la ganancia de peso y dificulta la pérdida de peso¹⁹. Otra de las hipótesis es que la pérdida de peso puede ser un indicador de envejecimiento o de involución biológica¹⁰. Además se ha sugerido que la pérdida de peso como resultado de dietas no adecuadas, puede estar acompañada de deficiencias en nutrientes que a largo plazo pueden ser perjudiciales para la salud²⁵. Estas hipótesis requieren de estudios bien diseñados que permitan confirmarlas.

Por otro lado, la mayoría de expertos consideran que la pérdida de peso es un proceso saludable debido a que mejoran el control de la diabetes mellitus, las dislipidemias, la hipertensión arterial sistémica y el síndrome metabólico²⁶⁻²⁷; sin embargo, los resultados de los estudios analizados en esta revisión no parecen confirmar este efecto sobre la esperanza de vida.

La principal fortaleza de esta revisión es que se incluyeron estudios cuyo periodo de seguimiento osciló entre los 11 y 23 años, que incluyeron un total de 301, 377 sujetos con más de 50,000 defunciones. En todos los estudios se utilizó el modelo de riesgos proporcionales de COX y la mortalidad se ajustó a tres o más variables de confusión en todos los estudios.

Las limitaciones encontradas en los estudios analizados, fueron las siguientes: siete estudios no mencionan si la pérdida de peso fue intencional^{11,13-16,18,20}; ninguno menciona el método utilizado para la pérdida de peso, en dos estudios el peso se obtuvo por auto-reporte^{15,19}; cuatro no excluyeron la mortalidad en los primeros años^{13-14,16,19}; en tres se excluyeron participantes con enfermedades catabólicas^{17,18,20}; en tres el riesgo de mortalidad no se ajustó al estatus socioeconómico^{13,17-18} y en cinco no se tomó en cuenta la actividad física^{11,13-14,16,20}. Además, no se encontraron estudios realizados en Latino-América ni en España, que permitieran generalizar los resultados a estas regiones.

Las evidencias de esta revisión que demuestran que no existe diferencia en mortalidad entre los grupos con pérdida de peso vs los de peso estable; y la mayor mortalidad en quienes pierden peso sin valorar la intencionalidad, sugieren la necesidad de establecer protocolos de tratamiento en individuos con características específicas (obesos metabólicamente no saludables), evitando las pérdidas severas de peso (> 7%). Tampoco existen evidencias de que la pérdida de peso aumente la esperanza de vida.

Las estrategias para reducir la obesidad, deberían enfocarse principalmente en la prevención del incremento de peso desde antes del embarazo, durante el embarazo y a lo largo de la vida²⁸⁻³².

Referencias

- Peeters A, O'Brien P, Laurie C, et al. Substantial Intentional Weight Loss and Mortality in the Severely Obese. *Ann Surg.* 2007; 246(6): 1028-1033.
- Sauvaget C, Ramadas K, Thomas G, et al. Body mass index, weight change and mortality risk in a prospective study in India. *Int J Epidemiol.* 2008; 37(5): 990-1004.
- Keogh J, Pedersen E, Petersen K, et al. Effects of intermittent compared to continuous energy restriction on short-term weight loss and long-term weight loss maintenance. *Clin Obes.* 2014; 4(3): 150-6.
- Teixeira P, Carraça E, Marques M, et al. Successful behavior change in obesity interventions in adults: a systematic review of self-regulation mediators. *BMC Med.* 2015; 13(1): 84.
- Barja-Fernandez S, Leis R, Casanueva F, et al. Drug development strategies for the treatment of obesity: how to ensure efficacy, safety, and sustainable weight loss. *Drug Des Devel Ther.* 2014; 8: 2391-400.
- Daigle C, Andalib A, Corcelles R, et al. Bariatric and metabolic outcomes in the super-obese elderly. *Surg Obes Relat Dis.* 2015; pii:S1550-7289(15)00104-5.
- Flegal K, Kit B, Orpana H, et al. Association of All-Cause Mortality With Overweight and Obesity Using Standard Body Mass Index Categories. A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA.* 2013; 309(1): 71-82.
- Wannamethee S, Shaper A, Lennon L, et al. Reasons for intentional weight loss, unintentional weight loss, and mortality in older men. *Arch Intern Med.* 2005; 165(9): 1035-1040.
- Simonsen M, Hundrup Y, Obel E, et al. Intentional weight loss and mortality among initially healthy men and women. *Nutr Rev.* 2008; 66(7): 375-386.
- Pérez-Morales M, Jiménez-Cruz A, Bacardí-Gascón M. The effect of weight loss on mortality: a systematic review from 2000 to 2009. *Nutr Hosp.* 2010; 25(5): 718-724.
- Strandberg T, Stenholm S, Strandberg A, et al. The "Obesity Paradox", Frailty, Disability, and Mortality in Older Men: A Prospective, Longitudinal Cohort Study. *Am J Epidemiol.* 2013; 178(9): 1452-1460.
- Kritchevsky S, Beavers K, Miller M, et al. Intentional Weight Loss and All-Cause Mortality: A Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. *PLoS One.* 2015; 10(3): e0121993.
- Maru S, van Der Schouw Y, Gimbrère C, et al. Body mass index and short-term weight change in relation to mortality in Dutch women after age 50 y. *Am J Clin Nutr.* 2004; 80(1): 231-6.
- Diaz V, Mainous A, Everett C, et al. The association between weight fluctuation and mortality: results from a population-based cohort study. *Journal of Community Health.* 2005; 30(3): 153-16.
- Corrada M, Kawas C, Mozaffar F, et al. Association of body mass index and weight change with all-cause mortality in the elderly. *Am J Epidemiol.* 2006; 163(10): 938-949.
- Rzehak P, Meisinger C, Woelke G, et al. Weight change, weight cycling and mortality in the ERFORT Male Cohort Study. *Eur J Epidemiol.* 2007; 22(10): 665-673.
- Field A, Malspeis S, Willett W, et al. Weight cycling and mortality among middle-aged or older women. *Arch Intern Med.* 2009; 69(9): 881-6.
- Wilsgaard T, Jacobsen B, Mathiesen E, et al. Weight loss and mortality: a gender-specific analysis of the Tromsø study. *Gend Med.* 2009; 6(4): 575-86.
- Stevens V, Jacobs E, Sun J, et al. Weight Cycling and Mortality in a Large Prospective US Study. *Am J Epidemiol.* 2012; 175(8): 785-792.
- Klenk J, Rapp K, Ulmer H, et al. Changes of Body Mass Index in Relation to Mortality: Results of a Cohort of 42,099 Adults. *PLoS ONE.* 2014; 9(1): e84817.
- Harrington M, Gibson S, Cottrell R, et al. A review and meta-analysis of the effect of weight loss on all-cause mortality risk. *Nutrition Research Reviews.* 2009; 22: 93-108.
- Myrskylä M, Chang V. Initial BMI, Weight Change, and Mortality among Middle- and Older-Aged Adults. *Epidemiology.* 2009; 20(6): 840-848.
- Arnold A, Newman A, Cushman M, et al. Body Weight Dynamics and Their Association With Physical Function and Mortality in Older Adults: The Cardiovascular Health Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2010; 65(1): 63-70.
- Bigaard J, Frederiksen K, Tjønneland A, et al. Body fat and fat-free mass and all-cause mortality. *Obes Res.* 2004; 12(7): 1042-9.
- Allison D, Zannolli R, Faith M, et al. Weight loss increases and fat loss decreases all-cause mortality rate: results from two independent cohort studies. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1999; 23(6): 603-11.
- Espeland M, Rejeski W, West D, et al. Intensive weight loss intervention in older individuals: results from the Action for Health in Diabetes Type 2 diabetes mellitus trial. *J Am Geriatr Soc.* 2013; 61(6): 912-922.
- Whelton P, Appel L, Espeland M, et al. Sodium reduction and weight loss in the treatment of hypertension in older persons: a randomized controlled trial of non-pharmacologic interventions in the elderly (TONE). TONE Collaborative Research Group. *JAMA.* 1998; 279(11): 839-846.
- Stuebe A, Forman M, Michels K. Maternal recalled gestational weight gain, pre-pregnancy body mass index, and obesity in the daughter. *Int J Obes (Lond).* 2009; 33(7): 743-752.
- Pérez-Morales M, Bacardí-Gascón M, Jiménez-Cruz A. Association of excessive GWG with adiposity indicators and metabolic diseases of their offspring: systematic review. *Nutr Hosp.* 2015; 31(4): 1473-80.
- Jiménez-Cruz A, Ortega-Cisneros A, Bacardí-Gascón M. Efecto de la diabetes gestacional sobre los indicadores de adiposidad en los primeros 18 años. Revisión sistemática. *Nutr Hosp.* 2014; 29(2): 397-401.
- Bacardí-Gascón M, Jiménez-Morán E, Santillana-Millan E, et al. Efecto de la Desnutrición pre y posnatal sobre componentes del Síndrome Metabólico en etapas posteriores de la vida: Estudio Sistemático. *Nutr Hosp.* 2014; 29(5): 997-1003.
- López-Barrón R, Jiménez-Cruz A, Bacardí-Gascón M. Modifiable Environmental Obesity Risk Factors among elementary school children in a Mexico-US Border City. *Nutr Hosp.* 2015; 31(5): 2047-2053.



Revisión

Efectos en el rendimiento físico de la ingesta de suplementos con carbohidratos y proteína durante el ejercicio: revisión sistemática

Ever Espino González, María de Jesús Muñoz Daw y Ramón Candia Lujan

Laboratorios de Investigación, Facultad de Ciencias de la Cultura Física, Universidad Autónoma de Chihuahua, Mexico.

Resumen

Introducción: las bebidas deportivas ayudan a mejorar el rendimiento físico de forma significativa debido a su aporte de carbohidratos, electrolitos y agua. Sin embargo, en las últimas décadas se ha encontrado que ingerir una bebida deportiva con proteína durante el ejercicio mejora el rendimiento físico, produce menores pérdidas de peso corporal inducidas por la deshidratación y ayuda a disminuir el daño muscular postejercicio en comparación con una bebida únicamente con carbohidratos y electrolitos.

Objetivo: analizar los principales estudios sobre la efectividad de la ingesta de un suplemento con carbohidratos, proteína y electrolitos durante el ejercicio.

Método: se realizó una búsqueda automatizada en Google académico, EBSCO, PubMed y Scopus, utilizando las palabras clave: *Carbohydrate-protein and performance* y *Added protein and sports drink*. Se evaluó la calidad metodológica de los ensayos y se tomó en cuenta que la ingesta del suplemento fuera durante el ejercicio.

Resultados: de los veinte artículos que se incluyeron, trece obtuvieron resultados en los que la ingesta de una bebida deportiva con proteína generó mejoras significativas en el rendimiento físico en comparación con una bebida únicamente con carbohidratos y electrolitos, o un placebo.

Discusión: aumentar el contenido calórico de las bebidas deportivas al agregar proteína es probablemente una estrategia más efectiva en comparación con disminuir el contenido de carbohidratos para igualar la cantidad de energía.

Conclusiones: el consumo de proteína durante el ejercicio posiblemente sirva como una ayuda ergogénica, retardando el tiempo hasta llegar al agotamiento. Sin embargo, hace falta más evidencia que así lo demuestre.

(Nutr Hosp. 2015;32:1926-1935)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9645

Palabras clave: *Rendimiento físico. Hidratación. Bebidas deportivas.*

EFFECTS OF INGESTING CARBOHYDRATE-PROTEIN SUPPLEMENTS DURING EXERCISE ON ENDURANCE PERFORMANCE: A SYSTEMATIC REVIEW

Abstract

Introduction: sports drinks aid to improve physical performance significantly because of its content of carbohydrate, electrolytes and water. However, in recent decades it has been found that drinking a sports drink with protein during exercise improves endurance performance, produces lower losses of body weight induced by dehydration and helps to reduce post-exercise muscle damage compared to a drink only with carbohydrate and electrolytes.

Purpose: the aim of this study was to analyze the main studies about the effectiveness of a supplement intake with carbohydrate, protein and electrolytes during exercise.

Methods: studies were identified by searching Google Scholar, EBSCO, PubMed and Scopus using the following search terms: *Carbohydrate-protein and performance* and *Added protein and sports drink*. The methodological quality of the trials was evaluated, and it was considered that the intake of the supplement has been during exercise.

Results: twenty articles were included in this study. Thirteen obtained results were the intake of sports drinks with protein produced significant improvements on endurance performance compared to beverages with carbohydrates and electrolytes alone, or a placebo.

Discussion: increase the caloric content of sports drinks to add protein was probably a better strategy than reduce the carbohydrate content to match the amount of calories.

Conclusions: protein intake during exercise demonstrated an ergogenic effect on endurance performance when assessed by time to exhaustion. However, we need more evidence to prove this possible ergogenic effect of protein.

(Nutr Hosp. 2015;32:1926-1935)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9645

Key words: *Physical performance. Hydration. Sports drinks.*

Correspondencia: Ever Espino González.
Ciudad Delicias Chihuahua. Sector poniente. Calle 4ta pte # 2103.
E-mail: ever1pm_esp@hotmail.com

Recibido: 15-VII-2015.
Aceptado: 17-VIII-2015.

Abreviaturas

VO₂max: Consumo máximo de oxígeno
CHO+P: Carbohidratos+proteína
CHO: Carbohidratos
BCAAs: Aminoácidos ramificados (Branched-Chain Amino Acids)
PLA: Placebo
CHO+CHO: Doble contenido de carbohidratos
P: Proteína
MD+F: Maltodextrina+Fructosa
ND: Ninguna diferencia significativa

Introducción

A lo largo de la historia se han hecho toda clase de afirmaciones, en las cuales se le atribuyen cualidades especiales a distintos productos nutricionales. Mientras algunas afirmaciones no han sido comprobadas, otras demuestran buenos resultados no solamente como fuentes de nutrientes importantes, sino como recursos ergogénicos, logrando mejorar considerablemente el rendimiento físico¹.

Entre estos productos sumamente estudiados, se encuentran las bebidas deportivas, las cuales se han puesto a prueba bajo distintas circunstancias, por lo que se sabe ayudan a mejorar el rendimiento físico de forma significativa debido a su aporte de carbohidratos, electrolitos y agua^{1,2,3}. Las conclusiones de estas investigaciones se han derivado principalmente de estudios dirigidos por el fisiólogo David Costill en los años 80's^{4,5}, las cuales han ido aumentando por sus estudiantes y otros investigadores.

Las pruebas físicas que implican una intensidad mayor al 65% del VO_{2max} y una larga duración se caracterizan por un descenso constante y paulatino de las concentraciones de glucógeno en los músculos activos. Por tanto, el propósito de la ingesta de carbohidratos durante el ejercicio es proporcionar una fuente fácilmente disponible de combustible exógeno, ya que los almacenes endógenos de glucógeno se agotan⁶.

Actualmente hay un interés por agregar pequeñas cantidades de proteína a las bebidas deportivas que contienen carbohidratos y electrolitos con el objetivo de mejorar el rendimiento físico. Algunos estudios obtienen resultados que así lo demuestran, mientras que otros no encuentran ninguna diferencia significativa. Esta posible ayuda ergogénica que se tribuye a las proteínas aun esta en controversia.

Se ha encontrado que ingerir una bebida deportiva con proteína durante el ejercicio mejora el rendimiento físico en pruebas donde se establece cierta distancia o tiempo a recorrer^{7,8}, pruebas realizadas hasta el agotamiento⁹, pruebas en intervalos¹⁰ y pruebas realizadas en un segundo periodo durante el mismo día¹¹. También se le atribuye que mejora los niveles de insulina y glucosa en sangre durante el ejercicio en comparación con un placebo¹², produce menores pérdidas de

peso corporal inducidas por la deshidratación en el entrenamiento¹³ y ayuda a disminuir el daño muscular post-ejercicio^{14,11}.

Si bien, no siempre se han obtenido resultados que demuestren el posible efecto ergogénico de las proteínas en las bebidas deportivas. Un estudio realizado por Naclerio y cols. concluyó que la ingesta de un suplemento con carbohidratos y proteínas durante y después del ejercicio no genera mejoras en el rendimiento físico¹⁵. Otros autores han encontrado resultados similares^{16,17,18}.

A la vista de los referentes anteriores, surge la siguiente pregunta:

¿Consumir una bebida deportiva con carbohidratos y proteínas durante el ejercicio genera mejoras en el rendimiento físico en comparación con un placebo o una bebida únicamente con carbohidratos?

Objetivo

Revisar los principales estudios sobre la efectividad de la ingesta de un suplemento con carbohidratos, proteínas y electrolitos durante el ejercicio.

Metodología

Diseño

Revisión sistemática de los resultados de artículos científicos relacionados con la ingesta de bebidas deportivas con proteína y sus posibles efectos en el rendimiento físico.

Estrategia de búsqueda

Se realizó una revisión de la literatura para identificar los posibles estudios que pudieran contestar la pregunta de investigación. La búsqueda automatizada se llevó a cabo en el buscador Google académico y en las bases de datos EBSCO (Academic Search Complete, Fuente Academica y MedicLatina), PubMED y Scopus. Dicha revisión se efectuó entre los días 16 de febrero y 16 de marzo de 2015.

Los descriptores o palabras clave de búsqueda que se utilizaron fueron los siguientes: Carbohydrate-protein and performance y Added protein and sports drink.

Selección de estudios: criterios de inclusión y exclusión

Fueron incluidos únicamente artículos originales, bajo la condición de que midieran el rendimiento físico (ya sea a través de variables fisiológicas o mediante pruebas contra reloj o hasta el agotamiento). También se tomó en cuenta que la ingesta del suplemento fuera durante el ejercicio y no únicamente antes o después

del mismo. Estos criterios fueron requeridos para asegurar el análisis de la relación entre la ingesta del suplemento y el rendimiento físico.

Se excluyeron los estudios que no contestaran la pregunta de investigación, es decir, la ingesta de proteína estaba enfocada a otros objetivos, y no a mejorar el rendimiento deportivo.

Evaluación de la calidad metodológica

Los artículos con título inapropiado fueron excluidos de la búsqueda en las bases de datos, es decir, estaban enfocados a otros temas fuera del interés de este estudio. Después de esto, se leyó el resumen de los artículos para verificar que cumplieran con los criterios de inclusión. Posteriormente fueron eliminados aquellos ensayos que estaban repetidos en las distintas bases de datos, dando como resultado los ensayos que fueran relevantes para la revisión y el análisis completo. Para ello fue preciso considerar la utilidad y la relevancia del tema estudiado. Se excluyeron aquellos artículos que no mostraran claramente la composición de las bebidas y/o las pruebas bajo las cuales fueron probadas. Se determinó la calidad de cada ensayo utilizando la lista Delphi desarrollada por Verhagen¹⁹, la cual estuvo relacionada con el diseño y los procedimientos de medición de las variables y los métodos de análisis (Tabla I). Se consideró que el estudio tenía validez interna cuando medía aquello para lo que había sido diseñado, dicha validez estuvo relacionada con el diseño y procedimiento de medición de las variables y los métodos de análisis.

Resultados

Del total de artículos identificados se incluyeron 20 estudios en la presente revisión. El proceso por el cual se seleccionaron se muestra en la Figura 1. En la Tabla I se muestra la puntuación obtenida para la calidad metodológica con la lista Delphi para cada artículo, y en la Tabla II se expone la revisión de los ensayos con las principales características. Del total de artículos que se incluyeron, trece obtuvieron resultados en donde la ingesta de una bebida deportiva con proteína generó mejoras significativas en el rendimiento físico en comparación con una bebida únicamente con carbohidratos y electrolitos, o un placebo.

Algunos estudios no se tomaron en cuenta para el análisis, ya que estaban principalmente enfocados a efectos distintos a los de nuestro interés: analizar marcadores de control metabólico en relación al glucógeno muscular²⁰, recuperación²¹ y daño muscular post-ejercicio¹⁶.

La variedad de resultados en los estudios incluidos en la revisión puede estar influenciada por las diferencias metodológicas, incluidas la cantidad y el tipo de carbohidratos o proteína utilizada, el tiempo de admi-

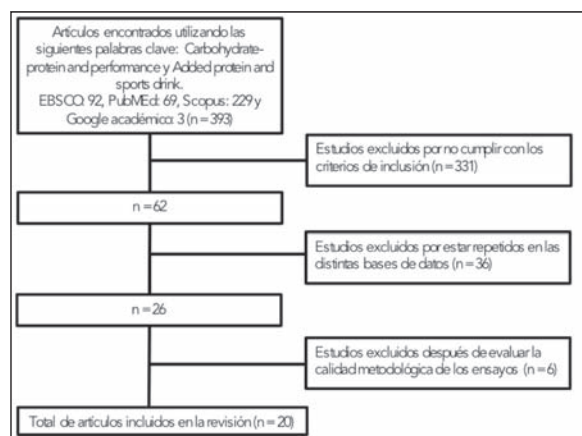


Fig. 1.—Diagrama de flujo de los artículos incluidos en el estudio.

nistración de la bebida y el protocolo de ejercicio que utilizaron para evaluar el rendimiento.

Discusión

Sujetos

De los estudios seleccionados, catorce se realizaron en ciclistas^{12,22,23,24,25,26,13,9,11,27,28,29,30,17}, de los cuales nueve mostraron mejoras significativas en el rendimiento físico en comparación con una bebida únicamente con carbohidratos^{12,22,23,24,25,26,13,9,11}. Cuatro estudios se realizaron en triatletas y solo se observaron mejoras significativas en el rendimiento en dos de estos casos^{26,9}. La disciplina deportiva que los sujetos practican parece no influir en este tipo de estudios de intervención nutricional, aunque es necesario aumentar el número de investigaciones en donde los sujetos practiquen diferentes disciplinas deportivas.

Pocos estudios han investigado si existe una diferencia entre géneros sobre los efectos ergogénicos que se le atribuyen a la ingesta de bebidas deportivas con proteína. En un estudio dirigido por Saunders, trece ciclistas (8 hombres y 5 mujeres) completaron dos pruebas en bicicleta hasta llegar a la fatiga en donde los sujetos consumieron un gel de carbohidratos y proteína: CHO+P (0.15 g y 0.038 g•kg MC-1) y un gel de carbohidratos: CHO (0.15 g•kg MC-1). Los resultados mostraron diferencias entre géneros, sin embargo, dichas diferencias no fueron significativas²³. En los estudios incluidos en esta revisión no se reportaron comportamientos diferentes entre géneros en ninguno de los estudios realizados con hombres y mujeres^{23,29,26,13,8}.

Composición del suplemento

Del total de ensayos seleccionados, siete compararon las bebidas utilizando el mismo o un similar con-

Tabla I
Lista de Delphi para evaluar la calidad metodológica de los estudios

Referencia	Aleatoriedad	Asignación del tratamiento oculto	Características basales similares	Criterios de selección, elegibilidad	Administrador del tratamiento ciego	Ciego del paciente	Media±Desviación Estándar	Intención de tratar	total
<i>Ivy, et al. (2003)</i>	x	/	x	x	/	x	x	x	7
<i>Saunders, et al. (2004)</i>	x	/	x	x	x	x	x	x	8
<i>Van Essen, et al. (2006)</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	9
<i>Saunders, et al. (2007)</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	9
<i>Valentine, et al. (2008)</i>	/	x	/	x	x	x	x	x	7
<i>Saunders, et al. (2009)</i>	x	/	x	x	/	x	x	x	7
<i>Toone, et al. (2010)</i>	x	x	x	/	x	x	x	x	8
<i>Martínez Lagunas, et al. (2010)</i>	x	/	x	x	x	x	x	x	8
<i>Ferguson Stegall, et al. (2010)</i>	x	/	x	x	x	x	x	x	8
<i>Breen, et al. (2010)</i>	/	/	x	x	x	x	x	x	7
<i>Gaines, et al. (2010)</i>	x	/	x	x	x	x	x	x	7
<i>Alghannam (2011)</i>	x	/	x	x	/	x	x	x	6
<i>Cathcart, et al. (2011)</i>	x	x	x	x	/	x	x	x	8
<i>Mccleave, et al. (2011)</i>	x	/	x	/	x	x	x	x	7
<i>Seifert, et al. (2012)</i>	/	/	x	x	/	x	x	x	5
<i>Roberts, et al. (2012)</i>	x	/	x	x	/	x	x	x	7
<i>Highton, et al. (2013)</i>	x	/	/	/	/	x	x	x	5
<i>Coletta, et al. (2013)</i>	x	x	/	x	/	/	x	x	5
<i>Tarpey, et al. (2013)</i>	x	/	/	x	/	x	x	x	6
<i>Hall, et al. (2013)</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	9

/ = no, x = si

tenido calórico (estudios isocalóricos)^{24,28,29,31,17,32,10} y solo dos encontraron diferencias significativas en las pruebas que evaluaron el rendimiento físico^{32,10}. Diez estudios utilizaron un contenido calórico mayor en las bebidas deportivas con proteína^{27,24,30,18,12,22,23,25,13,7} de los cuales uno obtuvo resultados iguales⁷ y cinco obtuvieron mejores resultados en las pruebas contra reloj o hasta llegar a la fatiga mediante la ingesta de las bebidas deportivas con proteína en comparación con las bebidas únicamente de carbohidratos^{12,22,23,25,13}. En base a estos resultados, aumentar el contenido calórico de las bebidas deportivas al agregar proteína es probablemente una estrategia más efectiva en comparación con disminuir el contenido de carbohidratos para equiparar el contenido energético al momento de agregar proteína a las bebidas.

En un estudio dirigido por Valentine²⁴, se realizaron cuatro pruebas hasta llegar a la fatiga. Los participantes consumieron 250 mL de un placebo, una bebida con 7.75% de carbohidratos, una bebida con 9.69% de carbohidratos o una bebida con 7.75% de carbohidratos y 1.94% de proteína cada 15 min. El rendimiento físico aumentó un 7.4% bajo la ingesta de la bebida con proteína en relación con la bebida que tenía la misma cantidad de carbohidratos, y solo un 4% en comparación con la bebida isocalórica. Estos hallazgos sugieren que al menos algunas de las mejoras en el rendimiento físico reportadas en las bebidas con proteína podrían estar relacionadas con las diferencias en el contenido energético entre los tratamientos.

Stearns et al. realizaron una revisión sistemática con meta análisis con el objetivo de examinar la influencia de la ingesta de proteína durante el ejercicio en el rendimiento físico. Parte de sus resultados fue que los estudios isocalóricos no revelaron ningún aumento significativo en el desempeño físico, solo cuatro de ocho ensayos encontraron mejoras significativas³³.

Otro estudio de revisión realizado por Saunders coincidió con los resultados anteriores, reportó que estudios previos obtuvieron mejoras en el rendimiento cuando los sujetos consumieron una bebida de CHO+P con un mayor contenido calórico en comparación con una bebida de CHO, por lo que concluyeron que aumentar el contenido energético de las bebidas deportivas al agregar proteína es una buena estrategia para mejorar rendimiento físico³⁴.

Son pocos los estudios que reportan el tipo de proteína que usaron. Saunders reportó que existe una controversia entre los estudios que utilizaron aminoácidos ramificados (BCAAs), debido a que obtuvieron resultados diferentes. Nuevamente, Saunders llevó a cabo un estudio en el que utilizó proteína hidrolizada de caseína en la bebida de CHO+P. Trece ciclistas realizaron dos pruebas en cicloergómetro contra reloj de 60 km para evaluar el rendimiento físico. Cada prueba consistió en tres lapsos de 20 km. En los últimos 20 km los sujetos obtuvieron mejores tiempos cuando consumieron la bebida de CHO+P (CHO 45.0 ± 1.6 min vs CHO+P 44.3 ± 1.6 min, $p < 0.05$)²⁵. Dos recientes

estudios obtuvieron mejoras significativas en el rendimiento físico utilizando proteína de suero^{10,8}. Sin embargo, un tercer estudio obtuvo resultados contrarios³⁵.

Actualmente se desconoce el tipo de proteína óptima para consumir durante el ejercicio con el objetivo de mejorar el desempeño físico. Además, no está claro que cantidad de proteína provoca la mayor respuesta. Contestar estas preguntas es una tarea difícil, ya que probablemente la proteína interactúa con otros aspectos como el contenido de carbohidratos de la bebida, el volumen total de bebida que se ingiere, el tipo de proteína, la osmolalidad y las tolerancias individuales hacia el suplemento.

En cuanto al tipo de carbohidratos, se ha encontrado que cuando los sujetos reciben mayores cantidades de fructosa obtienen mejoras significativas en el rendimiento físico. El posible mecanismo por el cual la ingesta de fructosa es efectiva para reponer el glucógeno muscular es su influencia sobre los lípidos plasmáticos, ya que permite aumentar el uso de las grasas. De esta forma, el azúcar (sacarosa) se convierte en un buen suplemento al suministrar tanto fructosa como glucosa⁶.

De los estudios incluidos, algunos optaron por utilizar fructosa y polímeros de glucosa (maltodextrina)^{9,17}, dichos estudios obtuvieron resultados diferentes en cuanto al rendimiento físico. Fue difícil establecer conclusiones acerca del tipo de carbohidratos, debido a que muchos estudios no lo mencionaron, por lo que se sugiere seguir investigando en esta área.

Tipo de ejercicio

Del total de estudios incluidos en la revisión, la mayoría optó por utilizar pruebas hasta llegar a la fatiga o pruebas contra reloj. Solo un estudio realizó la intervención durante una competencia¹³, TransAlp Challenge mountain bike race, la cual es considerada una de las carreras más difíciles del mundo. En este estudio, 28 ciclistas de montaña cruzaron los Alpes en 8 semanas. Los participantes fueron asignados aleatoriamente a cualquiera de los dos grupos; (CHO; 76 g L-1) o (CHO+P; 72 g L-1 y 18 g L-1). Los resultados mostraron que el grupo CHO+P completo los 8 días/etapas significativamente más rápido que el grupo CHO (CHO+P 2,277 ± 127 min vs CHO 2,592 ± 68 min, $p = 0.02$). Además, obtuvieron mejores resultados en la prevención de pérdida de masa corporal y en la mejora de la capacidad de termorregulación.

Ocho estudios utilizaron pruebas hasta llegar al agotamiento para evaluar el rendimiento físico^{12,22,24,26,32,9,29,31}, de los cuales seis mostraron mejoras significativas en comparación con una bebida únicamente con carbohidratos o un placebo^{12,22,24,26,32,9}. Resultados similares se obtuvieron en los ensayos donde los sujetos realizaron ejercicio interválico. En un total de seis estudios^{23,32,9,10,11,29}, solo uno no obtuvo diferencias significativas en el rendimiento físico²⁹.

Tabla II
Estudios revisados sobre la efectividad de la ingesta de bebidas deportivas con proteína

<i>Referencia</i>	<i>Muestra</i>	<i>Volumen y composición de la bebida del grupo control</i>	<i>Volumen y composición de la bebida con proteína</i>	<i>Tiempo de administración</i>	<i>Protocolo del ejercicio</i>	<i>Mejora sobre el placebo o CHO</i>	<i>Puntuación Delphi</i>
<i>Ivy, Res, Sprague, & Widzer (2003)</i>	9 ciclistas entrenados	200 mL. PLA. (CHO; 7.75%).	200 mL. (CHO+P; 7.75% y 1.94%).	Cada 20 min	3 h en bicicleta a una intensidad entre el 45 y 75% del VO[sub 2]max], seguido de una prueba hasta la fatiga al 85% del VO[sub 2]max]	(CHO 19.7 ± 4.6 min vs CHO+P 26.9 ± 4.5 min, p < 0.05)	7
<i>Saunders , Kane , & Todd (2004)</i>	15 ciclistas entrenados	1.8 mL•kg MC. (CHO; 7.3%).	1.8 mL•kg MC. (CHO+P; 7.3% y 1.8%).	Cada 15 min y después del ejercicio	Una prueba en cicloergómetro hasta la fatiga al 75% del V'O2pico. 12-15 h después, una segunda prueba hasta la fatiga al 85% del V'O2pico	Prueba 1 (CHO 82.3 ± 32.6 min vs CHO+P 106.3 ± 45.2 min, P < 0.05) (27%). Prueba 2 (CHO 31.2 ± 8.7 min vs CHO+P 43.6 ± 12.5 min) (40%)	8
<i>Van Essen & Gibala (2006)</i>	10 ciclistas entrenados (hombres)	250 mL. PLA. (CHO; 6%).	250 mL. (CHO+P; 6% y 2%).	Cada 15 min y después del ejercicio	3 pruebas en bicicleta contra reloj de 80 km separadas por 7 días	ND (P = 0.92)	9
<i>Saunders, Luden, & Herrick (2007)</i>	13 ciclistas (5 mujeres y 8 hombres)	(CHO gel; 0.15 g•kg MC-1).	(CHO+P gel; 0.15 g y 0.038 g•kg MC-1).	Cada 15 min	2 pruebas hasta la fatiga en intervalos de 15 min al 75% del V'O2pico	(CHO gel 102.8 ± 25.0 min vs CHO+P gel 116.6 ± 28.5 min, p < 0.05) (13%)	9
<i>Valentine, Saunders, Todd, & St. Laurent (2008)</i>	12 ciclistas entrenados	250 mL. PLA. (CHO; 7.75%). (CHO+CHO; 9.69%).	250 mL. (CHO+P; 7.75% y 1.94%).	Cada 15 min	4 pruebas hasta la fatiga al 75% del VO2pico	(CHO+P 126.2 ± 25.4 min vs PLA 107.1 ± 30.3 min, p < .05). ND entre CHO+P, CHO+CHO y CHO	7
<i>Saunders, Moore, Luden, Pratt, & Kies (2009)</i>	13 ciclistas recreativos (hombres)	200 mL. (CHO; 6%).	200 mL. (CHO+P; 6% y 14.4 g)	Cada 5 km	2 pruebas en cicloergómetro contra reloj de 60 km separadas por 7-10 días. Cada prueba consistió en 3 lapsos de 20 km	Últimos 20 km (CHO 45.0 ± 1.6 min vs CHO+P 44.3 ± 1.6 min, p < 0.05). Últimos 5 km (CHO 16.9 ± 0.6 min vs CHO+P 16.5 ± 0.6 min, p < 0.05)	7
<i>Toone & Betts (2010)</i>	12 ciclistas y triatletas entrenados	22 kJ/kg MC. (CHO; 9%).	22 kJ/kg MC. (CHO+P; 6.8% y 2.2%)	Al comienzo del ejercicio, y cada 15 min	45 min en cicloergómetro a una intensidad variable, seguido de una prueba contra reloj de 6 km	ND (p = 0.048)	8

Tabla II (cont.)

Estudios revisados sobre la efectividad de la ingesta de bebidas deportivas con proteína

Referencia	Muestra	Volumen y composición de la bebida del grupo control	Volumen y composición de la bebida con proteína	Tiempo de administración	Protocolo del ejercicio	Mejora sobre el placebo o CHO	Puntuación Delphi
<i>Martínez Lagunas, Ding, Bernard, Wang, & Ivy (2010)</i>	12 ciclistas entrenados (5 mujeres y 7 hombres)	255.4±9.1 mL. PLA. (CHO; 6%).	255.4±9.1 mL. (CHO+P; 4.5% y 1.15%). (CHO+P; 3% y 0.75%).	Cada 20 min	24 min en bicicleta al 55% del VO2max. 12 intervalos de 8 min entre el 55 y 75% del VO2max. 10 intervalos de 3 min entre el 55 y 75% del VO2max. Una prueba hasta a fatiga al 80% del VO2max.	ND (p = 0.073)	8
<i>Ferguson Stegall, y otros (2010)</i>	15 ciclistas y triatletas entrenados (7 mujeres y 8 hombres)	275 mL. (CHO; 6%).	275 mL. (CHO+P; 3% y 1.2%).	Al comienzo del ejercicio, y cada 20 min	2 pruebas de: 3 h en cicloergómetro a intensidades entre el 45 y 70% del VO2max, seguido de una prueba hasta la fatiga al 74–85% del VO2max.	(CHO 35.47 ± 5.94 min vs CHO+P 45.64 ± 7.38 min, p = 0.006)	8
<i>Breen, Tipton, & Jeukendrup (2010)</i>	12 ciclistas entrenados	270 mL. (CHO; 6%).	270 mL. (CHO+P; 6% y 1.8%).	Cada 15 min en la primer prueba y ad libitum durante la prueba de 60 min	120 min en cicloergómetro al 55% del VO2max, seguido de una prueba de 60 min para calcular el trabajo total realizado	ND (p = 0.81)	7
<i>Gaines & Olson (2010)</i>	8 reclutas de las Escuadrillas de Rescate de la Fuerza Aérea	600 mL. PLA. (CHO; 8.9%).	600 mL. (CHO+P; 7.22% y 1.81%).	Al finalizar cada evento, un total de 3L (5 dosis)	Una prueba de natación de 2000 m, actividades acuáticas, calistenia, una carrera de 6,4 km y una carrera de 400 m hasta el agotamiento.	ND (p > 0.05)	7
<i>Alghannam (2011)</i>	6 futbolistas amateurs (hombres)	Ad libitum. PLA. (CHO; 6.9%).	Ad libitum. (CHO+P; 4.8% y 2.1%).	Antes y durante el ejercicio	75 min de ejercicio intermitente, seguido de una prueba hasta la fatiga al 80% del VO2pico	(CHO 16.49 ± 3.25 min vs CHO+P 23.02 ± 5.27 min, p < 0.05)	6
<i>Cathcart, Murgatroyd, McNab, Whyte, & Easton (2011)</i>	28 ciclistas de montaña entrenados (4 mujeres y 24 hombres)	Ad libitum. (CHO; 76 g L-1).	Ad libitum. (CHO+P; 72 g L-1 y 18 g L-1).	Durante la competición	TransAlp Challenge mountain bike race. Cruzar los Alpes en 8 días consecutivos	(CHO 2,592 ± 68 min vs CHO+P 2,277 ± 127 min, p = 0.02)	8
<i>Mccleave, y otros (2011)</i>	14 ciclistas y triatletas (mujeres)	275 mL. (CHO; 6%).	275 mL. (CHO+P; 3% y 1.2%).	Al comienzo del ejercicio, y cada 20 min	2 pruebas de: varios intervalos al 45 y 70% del VO2max, seguido de una prueba hasta la fatiga al umbral ventilatorio de cada sujeto	(CHO 42.36 ± 6.21 min vs CHO+P 49.94 ± 7.01 min, p < 0.05)	7

Tabla II (cont.)

Estudios revisados sobre la efectividad de la ingesta de bebidas deportivas con proteína

Referencia	Muestra	Volumen y composición de la bebida del grupo control	Volumen y composición de la bebida con proteína	Tiempo de administración	Protocolo del ejercicio	Mejora sobre el placebo o CHO	Puntuación Delphi
<i>John G., Kipp, & Bacharach (2012)</i>	24 corredores de esquí de elite (12 mujeres y 12 hombres)	150 mL. PLA.	150 mL. (CHO+P; 20 g y 5 g).	Después de cada una de las 3 carreras intermedias	2 carreras contra reloj, seguido de 3 carreras, y al finalizar, nuevamente 2 carreras contra reloj	(PLA 246.3 ± 17.5 puertas vs CHO+P 260.3 ± 20.1 puertas, p = 0.03)	5
<i>Roberts, Tarpey, Kass, & Roberts (2012)</i>	17 hombres	100 L. (PLA, 100 g; 0.6 g de CHO y 0.2 g de P).	100 mL. (CHO+P, 100 g; 88.4 g de CHO y 7.1 g de P).	Cada 10 min	2 pruebas separadas por 7 días. Cada prueba consistió en: 2 episodios de 90 min separados por 2 horas. Cada episodio consistió en 45 min en cicloergómetro al 60% del VO ₂ máx, seguido de una prueba de 45 min para calcular el trabajo total realizado	La distancia recorrida fue similar con (CHO+P; 20.03 ± 0.32 y 19.17 ± 0.44) que con (PLA; 20.18 ± 0.28 18.34 ± 0.36)	7
<i>Highton, Twist, Lamb, & Nicholas (2013)</i>	9 hombres atletas universitarios (7 de fútbol y 2 de rugby)	2.5 mL•kg ⁻¹ . (CHO; 8%).	2.5 mL•kg ⁻¹ . (CHO+P; 6% y 2%).	Cada 15 min	4 intervalos de 15 min, seguido de 2 intervalos de 15 min a una intensidad auto-regulada	(CHO 1,997 ± 93 m vs CHO+P 2,047 ± 66 m, p = 0.05)	5
<i>Coletta, Thompson, & Raynor (2013)</i>	12 corredores recreativos (hombres)	120 mL. PLA. (CHO; 6%). (CHO-CHO; 9%).	120 mL. CHO+P; 6% y 1.4%).	5 min antes de la prueba y cada 4 km	2 pruebas contra reloj, una de 19.2 km y otra de 1.92 km	ND	5
<i>Tarpey, Roberts, Kass, Tarpey, & Roberts (2013)</i>	7 ciclistas y/o triatletas entrenados	(MD+F; 1.10 g•min ⁻¹ maltodextrina + 0.60 g•min ⁻¹ fructosa). (MD; 1.70 g•min ⁻¹ maltodextrina).	(MD+F+P; 0.84 g•min ⁻¹ maltodextrina + 0.52 g•min ⁻¹ fructosa + 0.34 g•min ⁻¹ proteína).	Cada 15 min	3 pruebas que consistían en: 150 min en bicicleta al 50% de su potencia máxima (160 ± 11 W), seguido de una prueba contra reloj de 60 km	ND	6
<i>Hall, Leveritt, Ahuja, & Shing (2013)</i>	10 ciclistas entrenados (hombres)	250 mL. (CHO; 1.2 g•kg ⁻¹ •h ⁻¹).	250 mL. (CHO+P; 0.87 g•kg ⁻¹ •h ⁻¹ y 0.23 g•kg ⁻¹ •h ⁻¹).	Cada 15 min	2.5 h de ejercicio interválico en cicloergómetro, seguido de una prueba contra reloj de 20 km después de 4 h de recuperación	(CHO 1849 ± 344 s vs CHO+P 1812 ± 296 s, p = 0.146)	9

PLA = Placebo, CHO = Carbohidratos, CHO+CHO = Doble contenido de carbohidratos, P = Proteína, MD+F = Maltodextrina+fructosa, CHO+P = Carbohidratos+proteína, ND = Ninguna diferencia significativa.

Cuando a los sujetos fueron evaluados utilizando pruebas contra reloj^{25,8,11,27,28,18,17}, menos de la mitad de los estudios encontraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos^{25,8,11}.

Los hallazgos anteriores coinciden con los resultados del meta análisis realizado por Stearns et al. Cuyo análisis estadístico no mostró efectos significativos entre las intervenciones donde los sujetos realizaron pruebas contra reloj para evaluar el rendimiento físico. Mientras tanto, se obtuvieron mejoras significativas en aquellos estudios que utilizaron pruebas hasta la fatiga³³. Dicho estudio concluyó que la ingesta de una bebida de carbohidratos y proteína genera beneficios en el rendimiento físico de un 9% en comparación con un placebo o una bebida únicamente con carbohidratos

Conclusiones

En base a los resultados anteriores, el consumo de proteína durante el ejercicio posiblemente sirva como una ayuda ergogénica, retardando el tiempo hasta llegar al agotamiento en aquellas pruebas que requieren de una gran resistencia física. Sin embargo, hace falta más evidencia que así lo demuestre antes de llegar a una conclusión clara. Este posible efecto positivo de la ingesta de proteína en el rendimiento físico probablemente se deba a la energía adicional de proteína en las bebidas deportivas.

Referencias

- Aragón LF. La Leche... ¿Bebida Deportiva? Kerwa 2009.
- Rollo I, Williams C. Influence of ingesting a carbohydrate-electrolyte solution before and during a 1-hr running performance test. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2009; 19(6): 645-58.
- Jeukendrup AE. Carbohydrate Intake During Exercise and Performance. *Nutrition* 2004; 20(7/8): 669-677.
- Fielding RA, Costill DL, Fink WJ, King DS, Hargreaves M, Kovalski JE. Effect of carbohydrate feeding frequencies and dosage on muscle glycogen use during exercise. Fielding. *Med Sci Sports Exerc* 1985; 17(4): 472-6.
- Neufer PD, Costill DL, Flynn MG, Kirwan JP, Mitchell JB, Houmar J. Improvements in exercise performance: effects of carbohydrate feedings and diet. *J Appl Physiol* 1987; 62(3): 983-8.
- Peinado AB, Rojo-Tirado MA, Benito PJ. El azúcar y el ejercicio físico: su importancia en los deportistas. *Nutr Hosp* 2013; 28(Supl. 4): 48-56.
- Roberts JD, Tarpey MD, Kass LS, Roberts MG. An investigative study into the influence of a commercially available carbohydrate-protein-electrolyte beverage on short term repeated exercise performance. *J Int Soc Sports Nutr* 2012; 9(1): 5-16.
- Seifert JG, Kipp RW, Bacharach DW. The effects of a carbohydrate-protein gel supplement on alpine slalom ski performance. *J Sports Sci Med* 2012; 11(3): 537-541.
- Mccleave EL, Ferguson-Stegall L, Ding Z, Doerner III PG, Wang B, Kammer LM, et al. A low carbohydrate-protein supplement improves endurance performance in female athletes. *J Strength Cond Res* 2011; 25(4): 879-888.
- Highton J, Twist C, Lamb K, Nicholas C. Carbohydrate-protein coingestion improves multiple-sprint running performance. *J Sports Sci* 2013; 31(4): 361-369.
- Hall AH, Leveritt MD, Ahuja KD, Shing CM. Coingestion of carbohydrate and protein during training reduces training stress and enhances subsequent exercise performance. *Appl Physiol Nutr Metab* 2013; 38(6): 597-604.
- Ivy JL, Res PT, Sprague RC, Widzer MO. Effect of a Carbohydrate-Protein Supplement on Endurance Performance During Exercise of Varying Intensity. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2003; 13(3): 382-395.
- Cathcart AJ, Murgatroyd SR, McNab A, Whyte LJ, Easton C. Combined carbohydrate-protein supplementation improves competitive endurance exercise performance in the heat. *Eur J Appl Physiol* 2011; 111(9): 2051-2061.
- Seifert JG, Kipp RW, Amann M, Gazal O. Muscle damage, fluid ingestion, and energy supplementation during recreational alpine skiing. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2005; 15(5): 528-36.
- Naclerio F, Larumbe-Zabala E, Cooper R, Jimenez A, Goss-Sampson M. Effect of a carbohydrate-protein multi-ingredient supplement on intermittent sprint performance and muscle damage in recreational athletes. *Appl Physiol Nutr Metab* 2014; 39(10): 1151-1158.
- Greer BK, Price A, Jones B. Timing Influence of Carbohydrate-Protein Ingestion on Muscle Soreness and Next-Day Running Performance. *J Diet Suppl* 2014; 11(2): 166-174.
- Tarpey MD, Roberts JD, Kass LS, Tarpey RJ, Roberts MG. The ingestion of protein with a maltodextrin and fructose beverage on substrate utilisation and exercise performance. *Appl Physiol Nutr Metab* 2013; 38(12): 1245-1253.
- Coletta A, Thompson DL, Raynor HA. The influence of commercially-available carbohydrate and carbohydrate-protein supplements on endurance running performance in recreational athletes during a field trial. *J Int Soc Sports Nutr* 2013; 10(1): 17-24.
- Cermak NM, Solheim AS, Gardner MS, Tarnopolsky MA, Gibala MJ. Muscle Metabolism during Exercise with Carbohydrate or Protein-Carbohydrate Ingestion. *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41(12): 2158-2164.
- Cermak NM, Solheim AS, Gardner MS, Tarnopolsky MA, Gibala MJ. Muscle Metabolism during Exercise with Carbohydrate or Protein-Carbohydrate Ingestion. *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41(12): 2158-2164.
- Millard-Stafford ML, Gordon W, Leah T, Doyle JA, Snow TK, Hitchcock K. Recovery from Run Training: Efficacy of a Carbohydrate-Protein Beverage? *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2005; 15(6): 610-15.
- Saunders MJ, Kane MD, Todd MK. Effects of a Carbohydrate-Protein Beverage on Cycling Endurance and Muscle Damage. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36(7): 1233-8.
- Saunders MJ, Luden ND, Herrick JE. Consumption of an Oral Carbohydrate-Protein Gel Improves Cycling Endurance and Prevents Postexercise Muscle Damage. *J Strength Cond Res* 2007; 21(3): 678-684.
- Valentine JR, Saunders MJ, Todd MK, Laurent TG. Influence of Carbohydrate-Protein Beverage on Cycling Endurance and Indices of Muscle Disruption. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2008; 18(4): 363-378.
- Saunders MJ, Moore RW, Kies AK, Luden ND, Pratt CA. Carbohydrate and protein hydrolysate coingestion's improvement of late- exercise time-trial performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2009; 19(2): 136-149.
- Ferguson-Stegall L, Mccleave EL, Ding Z, Kammer LM, Wang B, Doerner PG, et al. The Effect of a Low Carbohydrate Beverage With Added Protein on Cycling Endurance Performance in Trained Athletes. *J Strength Cond Res* 2010; 24(10): 2577-2586.
- Van Essen M, Gibala MJ. Failure of Protein to Improve Time Trial Performance when Added to a Sports Drink. *Med Sci Sports Exerc* 2006; 38(8): 1476-83.
- Toone RJ, Betts JA. Isocaloric Carbohydrate Versus Carbohydrate-Protein Ingestion and Cycling Time-Trial Performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2010; 20(1): 34-43.
- Martínez-Lagunas V, Ding Z, Bernard JR, Wang B, Ivy JL. Added Protein Maintains Efficacy of a Low-Carbohydrate Sports Drink. *J Strength Cond Res* 2010; 24(1): 48-59.

30. Breen L, Tipton KD, Jeukendrup AE. No Effect of Carbohydrate-Protein on Cycling Performance and Indices of Recovery. *Med Sci Sports Exerc* 2010; 42(6): 1140-8.
31. Gasier H, Olson C. The Effects of a Carbohydrate-Protein Drink on Performance and Mood in U.S. Pararescue Trainees. *JEPonline* 2010; 13(3): 22-31.
32. Alghannam AF. Carbohydrate-Protein Ingestion Improves Subsequent Running Capacity Towards the End of a Football-Specific Intermittent Exercise. *Appl Physiol Nutr Metab* 2011; 36(5): 748-57.
33. Stearns RL, Emmanuel H, Volek JS, Casa DJ. Effects of Ingesting Protein in Combination with Carbohydrate During Exercise on Endurance Performance: A Systematic Review with Meta-Analysis. *J Strength Cond Res* 2010; 24(8): 2192-2202.
34. Saunders MJ. Coingestion of Carbohydrate-Protein During Endurance Exercise: Influence on Performance and Recovery. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2007; 17(Suppl): S87-103.
35. Romano-Ely BC, Todd KM, Saunders MJ, Laurent T. Effect of an Isocaloric Carbohydrate-Protein-Antioxidant Drink on Cycling Performance. *Med Sci Sports Exerc* 2006; 38(9): 1608-16.
36. Osterberg KL, Zachwieja JJ, Smith JW. Carbohydrate and carbohydrate + protein for cycling time-trial performance. *J Sports Sci* 2008; 26(3): 227-233.



Revisión

Ingesta energética y de macronutrientes en mujeres atletas

Laura Bernad Asencio y Manuel Reig García-Galbis

Departamento de Enfermería, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Alicante, España.

Resumen

Objetivo: determinar la ingesta de macronutrientes adecuada para mejorar el estado nutricional de las mujeres atletas y su rendimiento deportivo.

Métodos: se realizó una búsqueda en cuatro bases de datos: EBSCO, Proquest, Pubmed y OvidSP, empleando las palabras clave “protein intake” AND “athletes” y “endurance athletes” AND “nutrition”. Criterios de selección: artículos originales sobre el consumo de proteínas en atletas femeninas (Entre 2009 y 2014), en revistas científicas indexadas.

Resultados: se identificaron 722 artículos, de los cuales solo el 1,4% fueron considerados como incluidos. El 100% eran ensayos clínicos finalizados y publicados en el extranjero, el 50% en EE. UU. El 20% eran estudios exclusivos de mujeres atletas y el 80% incluían hombres y mujeres en la muestra. En el 70% de los estudios las mujeres atletas presentaron déficits energéticos; en la ingesta proteica, el 70% cumplieron con las recomendaciones dietéticas; la ingesta de hidratos de carbono fue inadecuada en el 90% de los ensayos clínicos y, en el 50%, las mujeres presentaban una sobreingesta de grasas.

Conclusiones: existe una deficiencia de información acerca de la nutrición en mujeres atletas en Europa y a nivel internacional. Las atletas femeninas consumen energía y macronutrientes en menor proporción que los atletas masculinos. No existe consenso en el rango de proteínas recomendado y se encuentran discrepancias en el consumo en función del tipo de ejercicio físico que se realice. Se recomienda llevar a cabo un acuerdo entre instituciones científicas de prestigio sobre la ingesta energética y de macronutrientes en el deporte, especialmente en la mujer.

(Nutr Hosp. 2015;32:1936-1948)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9280

Palabras clave: *Ingesta de proteínas. Atletas. Nutrición. Atletas de resistencia.*

ENERGY AND MACRONUTRIENT INTAKE IN FEMALE ATHLETES

Abstract

Objective: to determine the adequate intake of macronutrients to improve the nutritional status of women athletes and their sports performance.

Methods: a search was performed in four databases: EBSCO, Proquest, Pubmed and OvidSP, using the keywords “protein intake” AND “athletes”, “endurance athletes” AND “nutrition”. Selection criteria: original articles about protein intake in female athletes, published between 2009 and 2014, and whose source are indexed scientific journals.

Results: 722 articles were identified, of which only 1.4% were considered to be included. 100% were completed clinical trials and published abroad, 50% in the US. 20% were exclusive studies of female athletes and 80% included men and women in the sample. In 70% of studies female athletes presented energy deficiencies; in protein intake, 70% met the dietary recommendations; carbohydrate intake was inadequate in 90% of clinical trials and in 50% of cases women had a high intake of fat.

Conclusion: there is lack about nutrition in female athletes in Europe and internationally. Female athletes consume less energy and macronutrients than male athletes. There is no consensus on the recommended protein range and there are differences in consumption depending on the type of exercise being performed. It is recommended to carry out an agreement between scientific institutions about energy intake and macronutrient in sport, with particular emphasis on women.

(Nutr Hosp. 2015;32:1936-1948)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9280

Key words: *Protein intake. Athletes. Nutrition. Endurance athletes.*

Correspondencia: Manuel Reig García Galbis.
Departamento de Enfermería, Facultad de Ciencias de la Salud,
Universidad de Alicante.
Avda./ Constitución n.º 27. Piso: 1.º
Villena (Alicante), Spain. PC: 03400.
E-mail: manuel.reig@ua.es

Recibido: 18-V-2015.
1.ª Revisión: 27-V-2015.
Aceptado: 16-VII-2015.

Introducción

Rendimiento deportivo, energía y macronutrientes

Todos los atletas buscan formas de mejorar su rendimiento deportivo mediante la nutrición y el entrenamiento¹. El componente fundamental para la optimización del rendimiento a través de la nutrición es asegurar que los atletas consumen las cantidades adecuadas de energía, carbohidratos, proteínas y grasas en su dieta². Esto contribuye a la adquisición y mantenimiento de las condiciones físicas adecuadas para alcanzar: Un peso y composición corporal óptimos; mejora la adaptación y la recuperación tras el esfuerzo³. El trabajo con las mujeres atletas para la mejora en el rendimiento es, en muchos aspectos, similar al trabajo con los atletas masculinos⁴. Sin embargo, a pesar del considerable conocimiento sobre la nutrición deportiva y la creciente participación de las mujeres en eventos deportivos, todavía no existe consenso en cuanto al régimen nutricional adecuado para las atletas femeninas⁵.

El objetivo nutricional de los atletas es conocer las necesidades de energía, en qué cantidad y proporción deben ser consumidos los diferentes macronutrientes³, puesto que una de las principales causas de malos resultados en una competición es la nutrición inadecuada⁶. La ingesta energética idónea es la que mantiene un peso corporal adecuado para el mejor rendimiento y maximiza los efectos del entrenamiento³. Las necesidades energéticas son diferentes en cada modalidad deportiva y entre los individuos de la misma dependiendo del rol de juego. También varían según el período de la temporada y el tipo de entrenamiento³. La atención a las necesidades de energía durante y después del ejercicio debe ser de alta prioridad para asegurar el rendimiento deportivo óptimo⁷. Los atletas deben consumir las calorías suficientes para compensar el gasto energético, de lo contrario, pueden sufrir pérdida de peso, reducciones en el rendimiento, entre otros². Los hidratos de carbono constituyen la principal fuente de energía y su disponibilidad en el ejercicio resulta fundamental para el rendimiento^{8,9}. Existe un elevado consenso acerca de que los atletas deben consumir un alto contenido de carbohidratos en su dieta, de manera que suponga un 55-65% de la ingesta calórica total, o bien, ingerir entre 5-7 g/kg/día³. La cantidad de carbohidratos depende de la composición corporal del atleta⁹ y de la duración e intensidad del ejercicio^{8,10}; recomendando en períodos muy intensos que la ingesta ascienda hasta 12 g/kg/día⁸. Durante el entrenamiento, se recomienda consumir entre 30-60 g para mantener los niveles de glucosa en sangre; después, se recomienda entre 1.2-1.5 g/kg^{7,8}. Las dietas deficitarias en hidratos de carbono han demostrado que afectan negativamente al rendimiento^{2,8}. Las investigaciones realizadas en la última década sobre el consumo de proteínas, indican que los atletas necesitan ingerir

en su dieta, aproximadamente, dos veces la cantidad diaria recomendada (0,8 g/kg/día), para mantener el equilibrio de proteínas^{2,7,11}. La ingesta proteica debe representar entre un 10-15% de la energía total⁷. Como ingesta máxima recomendada, se indica no superar un 1,8 g/kg/día^{3,8}, pudiendo incrementar la ingesta a $\geq 2,0$ g/kg/día, en periodos de restricción calórica^{11,12}. La evidencia emergente sugiere que el momento, el tipo y la cantidad de proteínas pueden tener un efecto marcado sobre la recuperación del ejercicio y optimización del rendimiento^{8,11}. Hay algunos indicios de que ingerir en torno a 0,3 g/kg de proteínas después del ejercicio podría apoyar un mayor rendimiento^{8,11}. Una ingesta proteica deficitaria puede retrasar la recuperación post-entrenamiento y conducir a la pérdida de masa muscular y al sobreentrenamiento^{2,3,13}. Las grasas constituyen otra fuente de energía cuyo consumo es necesario en la dieta de los atletas^{2,6,11}. Proporciona elementos esenciales como las vitaminas A, D, K y E³. El rango recomendado es entre 20-35% de la energía total³, o bien, alrededor de 2 g/kg/día⁸. Un consumo de grasas superior puede comprometer la reposición de glucógeno muscular y la reparación de los tejidos durante la recuperación del ejercicio al interferir en la ingesta adecuada de hidratos de carbono y proteínas⁸.

El objetivo principal de esta revisión es determinar la ingesta de macronutrientes adecuada para mejorar el estado nutricional de las mujeres atletas y su rendimiento deportivo.

Metodología

Estrategia de búsqueda y tratamiento de la información

La estrategia de búsqueda se realizó utilizando las siguientes bases de datos: EBSCO, Proquest, Pubmed y OvidSP. Las palabras clave de las estrategias de búsqueda fueron las siguientes: “protein intake” AND “athletes”; “protein intake” AND “endurance athletes” y “endurance athletes” AND “nutrition”. Las ecuaciones de búsqueda se desarrollaron en EBSCO y Proquest, adaptándose en Pubmed con terminología MeSH (Medical Subject Headings), de la Biblioteca Nacional de Medicina de los Institutos de Salud (EE.UU), en la página web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh>. Las principales variables a estudio son “protein intake” y “athletes” (Tabla I), siendo estas variables dependientes. Se aplicaron los siguientes límites en las diferentes bases de datos: fecha de publicación, entre 2009 y 2014; tipo de información: artículos originales y revisiones, cuya fuente sean publicaciones y revistas científicas; idiomas: inglés, español y portugués. La pregunta de investigación fue: ¿Cuál es la proporción de macronutrientes recomendada para mejorar el estado nutricional y el rendimiento deportivo en mujeres deportistas?

Tabla I
Estrategias de búsqueda. Límites: años 2009 – 2014 y artículos científicos originales.

Estrategia de búsqueda	EBSCO Identificados/ incluidos	Proquest Identificados/ Incluidos	Pubmed Identificados/ Incluidos	OvidSP Identificados/ Incluidos
“protein intake” AND “athletes”	136/8	44/2	52/0	45/0
“protein intake” AND “endurance athletes”	16/0	24/0	49/0	74/0
“endurance athletes” AND “nutrition”	193/0	32/0	47/0	10/0

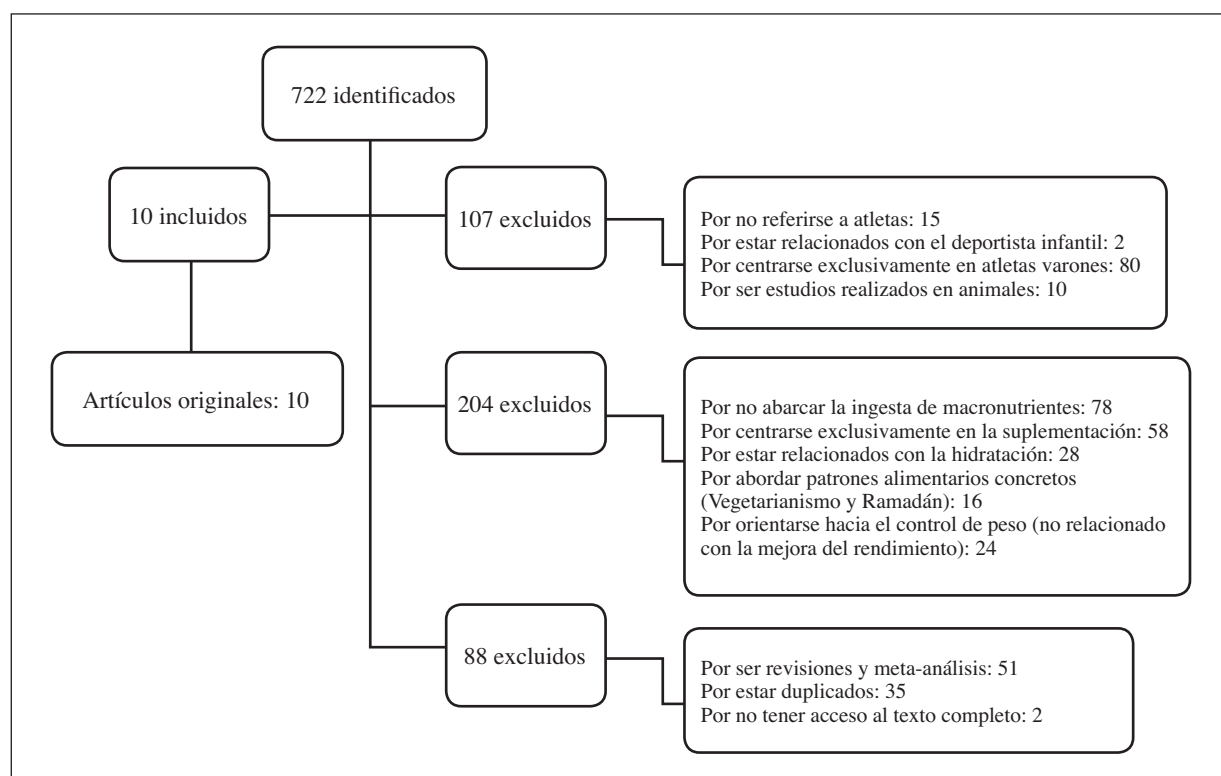


Fig. 1.—Diagrama de flujo para la selección de artículos.

Selección de estudios

Cada artículo fue analizado por dos expertos de la salud y deporte (enfermera y nutricionista), seleccionado por el título y resumen del mismo. En la elección de las publicaciones incluidas, se destacan los siguientes criterios de selección: cantidad de proteínas ingerida y estudios cuya muestra incluyese tanto hombres y mujeres atletas como exclusivamente mujeres atletas. Como criterios de exclusión: los ensayos clínicos que no reflejan la ingesta de proteínas (vitaminas, electrolitos, HC...), o que la muestra esté formada por animales o varones, ensayos clínicos que no indican la ingesta de proteínas recomendada; revisiones de ar-

tículos originales y metaanálisis (Fig. 1). Todos los ensayos clínicos incluidos poseían un tratamiento estadístico concreto de los datos; emplearon programas de estadística como el SPSS en diferentes versiones, la media, la desviación típica y significación estadística $p < 0.05$.

Síntesis de resultados y riesgo entre estudios

En la muestra de estudio se ha indicado el número de sujetos que la componen, el género, la edad y algunas características antropométricas. También se ha recogido la duración del período de seguimiento, el

tipo de ejercicio o deporte practicado por los sujetos y el tiempo dedicado al mismo. Se ha reflejado si los atletas, diferenciando entre hombres y mujeres, han cumplido o no las recomendaciones dietéticas relacionadas con la ingesta energética y el consumo de proteínas y de otros macronutrientes. En el caso de no cumplirlas se ha especificado si la ingesta ha sido superior o inferior a las mismas (Tabla III). Es una forma sencilla de observar si la alimentación que mantienen las mujeres atletas es adecuada o no para garantizar un buen rendimiento deportivo y, al mismo tiempo, se pueden apreciar diferencias existentes entre sexos. Durante el proceso de búsqueda se encontró escasez de estudios sobre mujeres atletas, y en los existentes la gran mayoría también incluían varones. Además, no hubo homogeneidad en cuanto a las recomendaciones nutricionales empleadas para la comparativa con la ingesta energética y de macronutrientes de los atletas participantes; algunos ensayos clínicos incluidos no valoraron la ingesta de todos los macronutrientes.

Riesgo de sesgos de información

Los ensayos clínicos que no hayan incluido en el título y en el resumen las palabras de la estrategia de búsqueda; que otros buscadores aporten o busquen en otras bases de datos que resultarían de interés y el descarte de ensayos clínicos relacionados con la suplementación proteica y otros micronutrientes. Se incluyó el análisis de estudios clínicos donde se comparaban hombres y mujeres para evitar posibles sesgos, descartando únicamente aquellos es los que la muestra estaba formada únicamente por varones.

Resultados

La estrategia de búsqueda más eficaz fue “protein intake” AND “athletes” y el buscador donde se obtuvieron mayores resultados fue EBSCO. Como resultado inicial de la búsqueda se identificaron 722 artículos, de los cuales sólo el 1,4% fueron considerados como incluidos (Tabla I). Tras el análisis de los artículos seleccionados, se clasificaron en función del género que compone la muestra del estudio (Tabla II). De los artículos originales seleccionados, el 100% eran ensayos clínicos finalizados y publicados en el extranjero. Se-

gún la localización geográfica, el 50% de los artículos fueron publicados en EEUU¹⁴⁻¹⁸.

El 20% eran estudios exclusivos de mujeres^{atletas16,18}, el 80% restante estudios que incluían hombres y mujeres en la muestra^{14,15,17,19-23}. La edad, los atletas oscilaban entre 13 y 28 años de edad; sólo en el 20% la edad mínima era de 13 años^{15,19} y en el 40% de los estudios la edad superaba los 20 años^{16,17,21,23}. El tamaño de la muestra osciló entre 29 y 324 individuos. De los ocho artículos con muestra mixta, el 87,5% de los estudios incluían una muestra superior correspondiente al sexo masculino^{14,15,19-23}. En el 100% de los estudios se realizó un registro dietético de 24 h, pero hubo variaciones en el número de días de registro a la semana: el 50% realizó siete días de registro dietético; el 30% tres días; el 10% seis días y el otro 10 % cuatro días. La duración del período de seguimiento varió de 6 semanas a 3 años. En el 40% de los artículos se reflejó que los estudios se realizaron en centros de entrenamiento deportivo^{14,17,20,23}. Sólo en el 20% de los ensayos clínicos se indicaba el tipo de ejercicio físico^{14,22}, mientras que en el 80% restante sólo se reflejaba el deporte que practicaban los atletas^{15-21,23}. En el 30% de los artículos no se expresó el tiempo dedicado al ejercicio^{18,20,23}; no hubo uniformidad a la hora de expresarlo en aquellos artículos donde sí se reflejaba (Tabla III). La mayoría de los ensayos clínicos (80%) evaluaron la ingesta energética y de todos los macronutrientes¹⁶⁻²³; un 10% únicamente la ingesta proteica¹⁵ y el otro 10% la ingesta de energía y de macronutrientes a excepción de las grasas¹⁴. En el 70% de los estudios las mujeres atletas presentaron déficits energéticos¹⁷⁻²³; en la ingesta proteica, el 70% cumplieron con las recomendaciones dietéticas^{14,15,17-19,22,23}; en la ingesta de hidratos de carbono fue inadecuada en el 90% de los ensayos clínicos analizados^{14,16-23}, el 80% con una ingesta inferior a las recomendaciones dietéticas^{14,16,17,19,23} y el 10% superior a las mismas¹⁸; en los lípidos, sólo en el 20% de los ensayos clínicos de mujeres tuvieron una ingesta acorde a las recomendaciones^{17,23}, el 50% mantuvo una ingesta elevada^{16,19-22}.

En los ensayos evaluados se encontró heterogeneidad en las recomendaciones nutricionales de referencia, en la ingesta energética y macronutrientes de los atletas. El 40% empleó las recomendaciones de American College of Sports Medicine (ACSM, 2009)^{14,19,22,23}, y de éstos un 20% también las RDI de Salud de Bélgica (2006)^{15,19}. El 20% de los estudios utilizó las recomendaciones de American Dietetic Association (ADA), Dietitians of Canada y American College of Sports Medicine (2009)^{14,17}. Un 10% se basó en NRV (Nutrient Reference Values) de Australia and New Zealand (2006)¹⁶; otro 10% en las recomendaciones de la OMS para la ingesta de macronutrientes y en las referencias dietéticas del Instituto de Medicina (2005) para la ingesta energética²¹; otro 10% empleó la National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) (1999-2000)¹⁸ y el 10% restante se basó en las recomendaciones dietéticas polacas de Jarosz M y Bulhak-Jachymczyk B (2008)²⁰.

Tabla II
Clasificación de los artículos originales incluidos

Valoración de los resultados	Clasificación de los resultados	Nº de artículos
Género de la muestra de estudio	Mixta: hombres y mujeres	8
	Exclusivamente mujeres	2
TOTAL		10

Tabla III
Clasificación específica de los artículos originales incluidos

Autores/año	Origen	Muestra	Duración	Ejercicio	Ingesta energética (SI/NO/ND)	Ingesta proteica (SI/NO/ND)	Ingesta de hidratos (SI/NO/ND)	Ingesta de grasas (SI/NO/ND)
Baker Lindsay B, 2014	EEUU	N = 29 (24.1% Mujeres) Edad: H: 17 ± 2 años M: 16 ± 2 años Altura: H: 178.2 ± 9.1 cm M: 167.8 ± 3.0 cm Masa corporal: H: 74.0 ± 11.9 kg M: 62.3 ± 6.8 kg	6 semanas	Ejercicio aeróbico y entrenamiento de resistencia Tiempo ejercicio: H: 2.9 ± 1.1 horas M: 3.2 ± 1.2 horas	Hombres: SI	Hombres: NO (Sobreingesta) Post-ejercicio: 27% NO (Ingesta deficitaria)	Hombres: 18% NO Pre, durante y post-ejercicio: 27%, 82%, y 32% NO (Ingesta deficitaria)	Hombres: No declarado
					Mujeres: SI	Mujeres: 14% NO Post-ejercicio: 57% NO (Ingesta deficitaria)	Mujeres: 57% NO Pre, durante y post-ejercicio: 43%, 71% y 57% NO (Ingesta deficitaria)	Mujeres: No declarado
Aerenhouts Dirk, 2011	Inglaterra	N = 60 (48.3% Mujeres) Edad: H: 14.7 ± 1.9 años M: 14.8 ± 1.6 años Altura: H: 172.2 ± 11.3 cm M: 167.1 ± 6.9 cm Masa corporal: H: 57.9 ± 11.2 kg M: 52.6 ± 7.4 kg % Grasa Corporal: H: 10.2 ± 4.1 M: 18.4 ± 5.4	3 años.	Sprint Tiempo ejercicio: H: 544 ± 307 min/semana M: 584 ± 180 min/semana	Hombres: NO (Ingesta deficitaria) Mujeres: NO (Ingesta deficitaria)	Hombres: SI Mujeres: SI	Hombres: SI Mujeres: NO (Ingesta deficitaria)	Hombres: NO (Sobreingesta) Mujeres: NO (Sobreingesta)

Tabla III (cont.)
Clasificación específica de los artículos originales incluidos

Autores/año	Origen	Muestra	Duración	Ejercicio	Ingesta energética (SI/NO/ND)	Ingesta proteica (SI/NO/ND)	Ingesta de hidratos (SI/NO/ND)	Ingesta de grasas (SI/NO/ND)
Aerenhouts Dirk, De Cauwenberg Jelle, 2013	EEUU	N = 60 (48.3% Mujeres) Edad: H: 14.8 ± 1.7 años M: 14.7 ± 1.6 años Altura: H: 172.98 cm M: 167.50 cm Peso: H: 59.43 kg M: 53.67 kg % Grasa corporal: H: 9.26 M: 16.41	2 años	Sprint Nivel actividad física: H: 1.89 M: 1.88	Hombres: No declarado Mujeres: No declarado	Hombres: SI Mujeres: SI	Hombres: No declarado Mujeres: No declarado	Hombres: No declarado Mujeres: No declarado
Heaney Susan, 2010	EEUU	N = 72 (100% Mujeres) Edad: 19.2 ± 3.6 años Peso: 68.7 ± 11.3 kg % Grasa corporal: 20.1 ± 5.2	6 meses	Ciclismo y triatlón, baloncesto, voleibol y waterpolo. Tiempo ejercicio: 14.2 ± 6.1 horas/semana	Mujeres: SI	Mujeres: 30% NO (Ingesta deficitaria)	Mujeres: 65% NO (Ingesta deficitaria)	Mujeres: NO (Sobreingesta)

Tabla III (cont.)
Clasificación específica de los artículos originales incluidos

Autores/año	Origen	Muestra	Duración	Ejercicio	Ingesta energética (SI/NO/ND)	Ingesta proteica (SI/NO/ND)	Ingesta de hidratos (SI/NO/ND)	Ingesta de grasas (SI/NO/ND)
Lun V, 2010	EEUU	N= 324 (62% Mujeres) Edad: H: 21.3 ± 5.5 años M: 20.5 ± 5.0 años Altura: H: 179.6 ± 8.5 cm M: 169.9 ± 7.3 cm Peso: H: 75.6 ± 12.3 kg M: 64.6 ± 9.3 kg	6 meses	41 deportes Tiempo ejercicio: H: 2.3 ± 0.7 días/semana M: 2.5 ± 0.7 días/semana	Hombres: NO (Ingesta deficitaria) Mujeres: NO (Ingesta deficitaria)	Hombres: NO (Sobreingesta) Mujeres: SI	Hombres: NO (Ingesta deficitaria) Mujeres: NO (Ingesta deficitaria)	Hombres: SI Mujeres: SI
Tota Lucas, 2013	Polonia (Cracovia)	N = 45 (44.4% Mujeres) Edad: H: 16.4 ± 0.85 años M: 16.4 ± 0.82 años Altura: H: 172.9 ± 6.2 cm M: 164.5 ± 4.4 cm Masa grasa: H: 5.1 ± 1.3 kg M: 8.3 ± 1.0 kg % Grasa corporal: H: 8.4 ± 1.7 M: 16.2 ± 1.4	1 año	Corredores de media y larga distancia	Hombres: NO (Ingesta deficitaria) Mujeres: NO (Ingesta deficitaria)	Hombres: NO (Ingesta deficitaria) Mujeres: NO (Ingesta deficitaria)	Hombres: NO (Sobreingesta) Mujeres: NO (Sobreingesta)	Hombres: NO (Sobreingesta) Mujeres: NO (Sobreingesta)

Tabla III (cont.)
Clasificación específica de los artículos originales incluidos

Autores/año	Origen	Muestra	Duración	Ejercicio	Ingesta energética (SI/NO/ND)	Ingesta proteica (SI/NO/ND)	Ingesta de hidratos (SI/NO/ND)	Ingesta de grasas (SI/NO/ND)
Fabiane Leticia CM, 2013	Portugal	N = 40 (35% Mujeres)	3 meses	Kung fu Tiempo ejercicio: H: 6.23 horas/sem; 4.17 días/semana M: 5.34 horas/sem; 3.56 días/semana	Hombres: 30,76% NO (Ingesta deficitaria)	Hombres: NO (Sobreingesta)	Hombres: NO (Ingesta deficitaria)	Hombres: NO (Sobreingesta)
		Edad: H: 23.7 ± 4.01 años M: 22.8 ± 3.81 años			Mujeres: 35,71% NO (Inges- ta deficitaria)	Mujeres: NO (Sobreingesta)	Mujeres: NO (Ingesta deficitaria)	Mujeres: NO (Sobreingesta)
		Altura:						
		H: 1.76 ± 0.06 m M: 1.70 ± 0.08 m						
		Peso: H: 71.01 ± 9.36 kg M: 66.40 ± 11.56kg						
Barabauskas Ma- rius, 2013	Lituania	IMC: H: 23.04 ± 2.35 M: 23.08 ± 3.29	1 año	Entrenamiento de fuerza Tiempo ejercicio: H: 6.0±0.8días/sem 205.4± 65.7min/día M: 5.7±0.6días/sem 175.4±16.6min/día	Hombres: NO (Ingesta deficitaria)	Hombres: SI	Hombres: NO (Ingesta deficitaria)	Hombres: NO (Sobreingesta)
		% Grasa corporal: H: 10.85 ± 4.88 M: 17.73 ± 4.37			Mujeres: NO (In- gesta deficitaria)	Mujeres: SI	Mujeres: NO (Ingesta deficitaria)	Mujeres: NO (Sobreingesta)
		N = 52 (25% Mujeres)						
		Edad: H: 18.6 ± 1.8 años M: 16.1 ± 0.5 años						
		Altura: H: 197.6 ± 8.0 cm M: 177.8 ± 7.0 cm						
		Peso: H: 85.7 ± 9.9 kg M: 69.5 ± 8.0 kg						
		IMC: H: 22.0 ± 1.9 M: 21.8 ± 1.6						

Tabla III (cont.)
Clasificación específica de los artículos originales incluidos

<i>Autores/año</i>	<i>Origen</i>	<i>Muestra</i>	<i>Duración</i>	<i>Ejercicio</i>	<i>Ingesta energética (SI/NO/ND)</i>	<i>Ingesta proteica (SI/NO/ND)</i>	<i>Ingesta de hidratos (SI/NO/ND)</i>	<i>Ingesta de grasas (SI/NO/ND)</i>
Papadopoulou Sousana K, 2012.	Irán	N = 33 (30,3% Mujeres)	3 meses	Esquí de fondo	Hombres: NO (Ingesta deficitaria) Mujeres: NO (Ingesta deficitaria)	Hombres: SI Mujeres: SI	Hombres: NO (Ingesta deficitaria) Mujeres: NO (Ingesta deficitaria)	Hombres: SI Mujeres: SI
		Edad: H: 20 ± 6 años M: 20 ± 5 años						
		Altura: H: 175,3 ± 6,3 cm M: 164,7 ± 6,2 cm						
		Peso: H: 69,0 ± 9,0 kg M: 54,2 ± 6,2 kg						
		IMC: H: 22,4 ± 2,2 M: 20,0 ± 1,4						
		% Grasa corporal: H: 11,0 ± 1,5 M: 14,2 ± 1,9						
Dwyer Johanna, 2012	EEUU	N= 36 (100% Mujeres)	1 año	Patinaje	Mujeres: NO (Ingesta deficitaria)	Mujeres: SI	Mujeres: NO (Sobreingesta)	Mujeres: NO (Ingesta deficitaria)
		Edad: 16 ± 2,5 años						
		Altura: 158,6 ± 5,8 cm						
		Peso: 48,5 ± 6,6 kg						
		IMC: 19,8 ± 2,1						

N: indica la muestra del estudio; H y M expresa el género, hombres y mujeres, respectivamente.
 ND: no declarada la ingesta del macronutriente.

Discusión

Origen de los estudios

La totalidad de las investigaciones han sido realizadas en el extranjero, el 50% en EEUU¹⁴⁻¹⁸. En los artículos no se ha encontrado ningún argumento que justifique el motivo de este hecho, pero una opción que se podría considerar es que EEUU es un país muy involucrado en la detección e intervención precoz en el fenómeno de la Triada de la mujer atleta, puesto que organismos como el Colegio Americano de Medicina del Deporte y la Sociedad Médica Estadounidense de Medicina del Deporte han respaldado el documento de consenso de la Declaración de la Triada del Atletismo Femenino del 2014²⁴. Debido a la ausencia de estudios de la mujer atleta en el ámbito europeo, se recomienda potenciar la investigación en esta área de la nutrición deportiva, para garantizar el rendimiento deportivo de las mujeres atletas.

Mujeres y hombres atletas: investigación y recomendaciones

Hay una escasez de ensayos clínicos sobre atletas femeninas, puesto que la mayoría de investigaciones son realizadas en atletas masculinos. Con la creciente participación de las mujeres en los eventos deportivos resulta bastante llamativa la escasez de investigación en este ámbito, pues la nutrición es un pilar fundamental para garantizar un buen rendimiento deportivo⁷, tanto para los hombres como para las mujeres atletas. No se ha encontrado justificación a la falta de estudios en mujeres, pero una de las posibilidades que se plantean es que la mayoría de las recomendaciones nutricionales se han basado en datos recogidos con sujetos masculinos y se han extrapolado al género femenino^{7,25}.

Hay homogeneidad entre esta revisión sistemática y otras, en que las mujeres atletas consumen energía y macronutrientes en cantidades inferiores a los varones, independientemente de que cumplan o no las recomendaciones^{8,10}. En el 30% de los estudios la media del tiempo dedicado al ejercicio es mayor en las mujeres que los varones^{14,17,19} y en el 10% es igual¹⁵ y, aún así, sus ingestas siguen siendo inferiores. Las recomendaciones nutricionales relacionadas con las diferencias metabólicas entre géneros van encaminadas a un consumo inferior de hidratos de carbono y más atención a la ingesta de proteínas después del ejercicio en las atletas femeninas^{7,25}. Se han encontrado algunas revisiones que apoyan la menor ingesta de hidratos en las mujeres atletas con respecto a los hombres^{8,26,27}, pero sin especificar en qué medida o qué cantidad deben ingerir. No se han identificado revisiones que apoyen la ingesta superior de proteínas después del ejercicio en mujeres, pero, sí dos revisiones que indican que el consumo proteico debe ser inferior al de los hombres^{3,7}; sólo en una de ella se especifica que debe ser un 15% más bajo³. Dadas las escasas publicaciones que

muestran que las recomendaciones en mujeres deben ser distintas, se debería considerar si realmente las sutiles diferencias en el metabolismo de nutrientes entre géneros^{7,25,28} justifican estas ingestas inferiores en las mujeres o es que la alimentación de las atletas femeninas no es realmente la adecuada, comprometiendo así su rendimiento deportivo.

Se ha observado que la proteína es el macronutriente que mayoritariamente se encuentra dentro de las recomendaciones nutricionales en las mujeres atletas de los ensayos clínicos. De esta forma se garantiza la síntesis de proteínas musculares, el mantenimiento de la masa muscular y la recuperación después del ejercicio^{8,11}. Los valores del consumo medio de proteínas en las mujeres han oscilado desde 1,2 a 1,8 g/kg/día, cuyo motivo aparente son las diferencias de tiempo e intensidad en el ejercicio físico practicado por las atletas. Las necesidades de proteínas dependen del tipo e intensidad de la actividad física realizada, de la masa muscular, de los depósitos de glucógeno muscular almacenados y la cantidad de hidratos de la dieta^{3,8,11}. A pesar de que el enfoque de la revisión es hacia el consumo de proteínas, se ha encontrado que el mayor déficit que presentan las mujeres atletas es a nivel energético y de hidratos de carbono. En el 80% de los estudios la ingesta de hidratos de carbono se encontraba por debajo de las recomendaciones^{14,16,17,19-23}, pudiendo perjudicar al rendimiento de las mujeres atletas. Una ingesta deficiente de este macronutriente afecta negativamente al ejercicio de alta intensidad y al rendimiento, puede comprometer a la función inmune y conducir más rápido al agotamiento⁸. Por esto, se considera importante que la ingesta de hidratos en las mujeres se encuentre dentro del rango recomendado. Por otro lado, el consumo de energía debe ser suficiente para compensar el gasto energético del entrenamiento o la competición y garantizar la recuperación y adaptación al ejercicio⁴ y, sin embargo, en el 70% de los estudios las mujeres muestran déficit energético¹⁷⁻²³. La ingesta de energía deficiente se define como uno de los síntomas de la Tríada de la Atleta Femenina, y las mujeres pueden presentar solo uno de los tres síntomas de la misma, pues la baja disponibilidad de energía conduce a una interrupción en el ciclo menstrual y, en última instancia, la mala salud ósea^{4,24}. Todo esto dificulta que las mujeres atletas alcancen su máximo rendimiento deportivo. En el 50% de los casos, el consumo de grasas fue superior a las recomendaciones nutricionales^{16,19-22}. Dicha sobre ingesta, compromete la reposición del glucógeno muscular y la reparación de los tejidos musculares al interferir en el consumo de cantidades adecuadas de hidratos de carbono y proteínas⁸.

Heterogeneidad en las recomendaciones nutricionales

El propósito de la revisión es conocer el consumo adecuado de proteínas en las mujeres atletas. El pro-

blema que se ha detectado es que cada estudio se ha basado en unas recomendaciones para compararlas con la ingesta energética y de macronutrientes de los atletas participantes. Por tanto, no existe un consenso en cuanto al rango de proteínas recomendado, porque según las directrices que se consulten los valores difieren. La Asociación Dietética de Estados Unidos y de Canadá^{13,26} y el Colegio Americano de Medicina del Deporte^{11,26} indican que la ingesta de proteínas abarca desde 1,2 a 1,7 gramos/kg/día. Según esto, el ensayo clínico en el que la ingesta media es de 1,8 gramos/kg/día¹⁷ excedería del límite, sin embargo, la posición de la Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva implica que la ingesta de proteínas tiene que estar en el intervalo de 1,4 a 2,0 gramos/kg/día²⁹. La OMS establece que el consumo de proteínas es de 0,8 g/kg/día independientemente de la actividad física³⁰, de ahí que el ensayo clínico que se basó en estas recomendaciones concluyó que la ingesta de proteínas era elevada²¹ y, sin embargo, estaba dentro del rango de las recomendaciones anteriores. Esta falta de homogeneidad en las recomendaciones nutricionales puede dificultar la valoración de la alimentación de los atletas, a la hora de considerar si es o no adecuada, ya que en función de las directrices consultadas un consumo determinado puede ser adecuado e inadecuado al mismo tiempo. Además, otra de las limitaciones que se ha detectado es que la mayoría de las recomendaciones empleadas en los estudios no son específicas para los atletas, sino que van orientadas a sujetos activos que practican ejercicio físico²⁶, aspecto importante a considerar puesto que la intensidad y el tiempo dedicado no son iguales al de los atletas, o bien, hacia la población en general³⁰⁻³². Además, solo algunas recomendaciones establecen diferencias por género y por edad^{30,31} y éstas no son específicas de atletas.

Muestra y ejercicio realizado:

En el 80% de los estudios incluidos en la revisión la muestra está compuesta de hombres y mujeres^{14,15,17,19-23}, y en la mayoría el número de hombres es superior al de mujeres^{14,15,19-23}. Otro hecho que confirma el mayor estudio en hombres que en mujeres atletas. En cuanto al ejercicio realizado por los atletas, no se ha observado diferencias significativas en el tiempo dedicado al mismo entre géneros. En el 20% de los ensayos clínicos se especifica el tipo de ejercicio^{14,22}. En relación a esto, se han encontrado discrepancias en el consumo de proteínas en función del ejercicio que se practique. Los atletas que buscan ganar masa muscular y fuerza tienden a consumir cantidades de proteínas superiores a los atletas entrenados en resistencia. La posición de la Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva (2007) establece que los individuos que realizan ejercicio de resistencia deben consumir entre 1,0 y hasta 1,6 g/kg/día y los que realizan ejercicios de fuerza/potencia desde 1,6 a 2,0 g/kg/día²⁹. También la

FEDA (2014) indica que atletas que practiquen ejercicios de resistencia deben consumir entre 1,2 y 1,6 gramos por kilo al día; los que encaminan su práctica a la formación de músculo entre 1,5 y 1,7³³. Se han encontrados varias revisiones que apoyan estas distinciones en el consumo de proteínas^{3,11,34}. Sin embargo, se ha encontrado otra revisión que indica que las recomendaciones dietéticas de proteínas previamente separadas para los atletas de fuerza y resistencia ya no se admiten y la ingesta diaria sugerida para los atletas por la mayoría de las entidades es de aproximadamente 1,5 gramos/kg/día, con un rango de 1,0 a 2,0 g/kg/día³⁵. Estas incongruencias, se consideran señal de que la ingesta proteica debe adaptarse a las circunstancias individuales de cada atleta; dependiendo del modo e intensidad del ejercicio, la calidad de la proteína ingerida y el nivel de energía e ingesta de carbohidratos del individuo^{3,7,8,11,34}.

Calidad de la proteína y momento de su ingesta

En el consumo adecuado de prótidos también es relevante la biodisponibilidad de los alimentos ingeridos. Las de origen animal (lácteos, huevos y carnes...), contienen todos los aminoácidos esenciales y se consideran fuentes completas, mientras que las de origen vegetal (a excepción de la proteína de soja) carecen de algunos aminoácidos esenciales y, por tanto, se clasifican como incompletas^{7,11,34,36}. En ninguno de los estudios incluidos se ha especificado el tipo de proteína ingerida, únicamente se ha expresado la cantidad. Si este aspecto no se tiene en cuenta puede que aunque un deportista mantenga una ingesta de proteínas adecuada a las recomendaciones, si predominan las de origen vegetal puede presentar problemas o retraso en la recuperación tras el ejercicio físico y su rendimiento deportivo puede verse afectado. Varios estudios reflejan que la fuente de prótidos influye en la mayor o menor síntesis de proteínas, en la recuperación tras el ejercicio y en el grado de hipertrofia muscular^{2,8,11,34}.

Únicamente el 10% de los estudios incluidos en la revisión han mencionado el momento de la ingesta de proteínas¹⁴. La evidencia reciente indica que la ingesta de proteínas antes, durante y/o después del ejercicio puede mejorar la recuperación, el crecimiento y mantenimiento de la masa corporal, y puede ser beneficioso en múltiples modos de ejercicio, incluyendo la resistencia, anaeróbica y ejercicios de fuerza^{8,36}. Varias revisiones sustentan que no existen datos suficientes para recomendar el consumo de proteínas antes y/o durante el entrenamiento, al haber estudios que han obtenido beneficios y otros no^{11,35}. Sin embargo, sí existe evidencia de que el consumo de proteínas justo después del entrenamiento posee efectos beneficiosos para la recuperación del ejercicio^{10,11,34}. También se ha considerado que la ingesta de proteínas junto con hidratos de carbono después del ejercicio pueda favorecer la recuperación y adaptación muscular^{10,37}.

Conclusiones

Existe carencia acerca de las recomendaciones nutricionales en mujeres atletas en Europa y a nivel internacional, se recomienda crear líneas de investigaciones relacionadas con las recomendaciones energéticas y de macronutrientes adecuadas. Estas cuestiones son de gran relevancia, especialmente para afianzar los márgenes de seguridad para que dicha atleta evite la Triada de la mujer deportista.

Las atletas femeninas consumen energía y macronutrientes en menor proporción que los atletas masculinos. El mayor déficit que presentan las mujeres atletas es a nivel energético y de hidratos de carbono; la proteína es el macronutriente que mayoritariamente se encuentra dentro del rango recomendado; en la mitad de los estudios hay sobre ingesta de lípidos.

La ingesta proteica debe adaptarse a las circunstancias individuales de cada atleta, dependiendo del modo e intensidad del ejercicio, la calidad de la proteína ingerida y el nivel de energía e hidratos de carbono consumido. No obstante, no existe consenso en el rango de proteínas recomendado y se encuentran discrepancias en el consumo de proteínas en función del tipo de ejercicio físico que se realice.

Se recomienda realizar un consenso entre instituciones científicas de prestigio sobre la ingesta energética y de macronutrientes en el deporte, haciendo especial hincapié en la mujer.

Referencias

1. Jeukendrup AE. Nutrition for endurance sports: marathon, triathlon, and road cycling. *J Sports Sci.* 2011; 29(Suppl 1): 91-9. doi: 10.1080/02640414.2011.610348.
2. Pramuková B, Szabadosová V, Soltésová A. Current knowledge about sports nutrition. *Australas Med J.* 2011; 4(3): 107-110.
3. Martínez Sanz JM, Urdampilleta Otegui A, Mielgo-Ayuso J. Necesidades energéticas, hídricas y nutricionales en el deporte. Motricidad. *European Journal of Human Movement.* 2013; 30: 37-52.
4. Hueglin S. Nutrition and the Female Athlete. *Olympic Coach.* 2014; 25(4): 29-32.
5. Weinstein Y, Weinstein A. Energy balance, body composition and the female athlete triad syndrome. *Harefuah.* 2012; 151(2): 97-101.
6. Zoorob R, Parrish ME, O'Hara H, Kalliny M. Sports nutrition needs: before, during, and after exercise. *Prim Care.* 2013; 40(2): 475-86.
7. Volek JS, Forsythe CE, Kraemer WJ. Nutritional aspects of women strength athletes. *Br J Sports Med.* 2006; 40(9): 742-748.
8. Stellingwerff T, Maughan RJ, Burke LM. Nutrition for power sports: Middle-distance running, track cycling, rowing, canoeing/kayaking, and swimming. *Journal of Sports Sciences.* 2011; 29: 79-89.
9. Burke LM. Fueling strategies to optimize performance: training high or training low? *Scand J Med Sci Sports.* 2010; 20(Suppl 2): 48-58.
10. Cox GR, Mujika I, Van den Hoogenband CR. Nutritional Recommendations for Water Polo. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism.* 2014; 24: 382-391.
11. Phillips SM, Van Loon L JC. Dietary protein for athletes: From requirements to optimum adaptation. *Journal of Sports Sciences.* 2011; 29(suppl 1): 29-38.
12. Helms ER, Zinn C, Rowlands DS, Brown SR. A systematic Review of Dietary Protein During Caloric Restriction in Resistance Trained Lean Athletes: A Case for Higher Intakes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism.* 2014; 24: 127-138.
13. Phillips SM. Dietary protein requirements and adaptive advantages in athletes. *Br J Nutr.* 2012; 108(suppl 2): 158-67.
14. Baker Lindsay B, Heaton Lisa E, Nuccio Ryan P, Stein Kimberly W. Dietitian-Observed Macronutrient Intakes of Young Skill and Team-Sport Athletes: Adequacy of Pre, During, and Postexercise Nutrition. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism.* 2014; 24(2): 166-176.
15. Aerenhouts D, Van Cauwenberg J, Remi Poortmans J, Hauspie R, Clarys P. Influence of Growth Rate on Nitrogen Balance in Adolescent Sprint Athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism.* 2013; 23: 409-417.
16. Heaney S, O'Connor H, Gifford Janelle, Naughton G. Comparison of Strategies for Assessing Nutritional Adequacy in Elite Female Athletes' Dietary Intake. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism.* 2010; 20: 245-256.
17. Anne Erdman K, Tunnicliffe J, Lun VM, Reimer RA. Eating Patterns and Composition of Meals and Snacks in Elite Canadian Athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism.* 2013; 23: 210-219.
18. Dwyer J, Eisenberg A, Prelack K, Song WO, Sonnevill K, Ziegler P. Eating attitudes and food intakes of elite adolescent female figure skaters: a cross sectional study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition.* 2012; 9:53.
19. Aerenhouts D, Deriemaeker P, Hebbelinck M, Clarys P. Energy and macronutrient intake in adolescent sprint athletes: A follow-up study. *Journal of Sports Sciences.* 2011; 29(1): 73-82.
20. Tota L, Pilch W, Hodur M, Sagalara A. Assessment of diet of young medium-and long distance runners. *Med Sport.* 2013; 17 (1): 18-23.
21. Carvalho Musselli Fabiane L, Ziegler Sanche LF. Avaliação do perfil antropométrico e do consumo alimentar de praticantes de King Fu de uma academia de valinhos-sp. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva, São Paulo.* 2013; 7(38): 118-127. ISSN 1981-9927.
22. Baranauskas M, Tubelis L, Stukas R, Svedas E, Samsoniene L, Karanauskiene D. Lithuanian olympic basketball players' nutrition during the training mezzo-cycles designed for strength training support. *Nr.* 2013; 3(90): 3-10.
23. Papadopoulou SK, Gouvianaki A, Grammatikopoulou MG, Maraki Z, Pagkalos IG, Malliaropoulos N, et al. Body Composition and Dietary Intake of Elite Cross-country Skiers Members of the Greek National Team. *Asian Journal of Sports Medicine.* 2012; 3(4): 257-266.
24. De Souza MJ, Nattiv A, Joy E, Madhusmita M, Williams NI, Mallinson RJ, et al. 2014 Female Athlete Triad Coalition Consensus Statement on Treatment and Return to Play of the Female Athlete Triad: 1st International Conference held in San Francisco, California, May 2012 and 2nd International Conference held in Indianapolis, Indiana, May 2013. *Br J Sports Med.* 2014; 48(4): 289.
25. Tamopolsky MA. Females and males: should nutritional recommendations be gender specific? *Swiss J of Sports Medicine and Sports Traumatology.* 2003; 51: 39-46.
26. American Dietetic Association (ADA), Dietitians of Canada (DC), American College of Sports Medicine (ACSM). Nutrition and Athletic Performance. SPECIAL COMMUNICATIONS: Position Stands. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2009; 41(3): 709-731.
27. Ranchordas MK, Rogerson D, Ruddock A, Killer SC, Winter EM. Nutrition for tennis: practical recommendations. *J Sports Med Sci.* 2013; 12 (2): 211-24.
28. Hausswirth C, Le Meur Y. Physiological and nutritional aspects of post-exercise recovery: specific recommendations for female athletes. *Sports Med.* 2011; 41(10): 861-882.
29. Campbell B, Kreider RB, Ziegenfuss T, La Bounty P, Roberts M, Burke D, Landis J, et al. International Society of Sports Nutrition position stand: protein and exercise. *J Int Soc Sports Nutr.* 2007; 4:8.

30. Food and Agricultural Organization: World Health Organization: United Nations. Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNA Expert Consultation. Technical Report Series. 1985; 724. Geneva:World Health Organization.
31. NHMRC, T. Nutrient reference values for Australia and New Zealand. *DHA*, 2005.
32. Instituto de Medicina. Ingestas dietéticas de referencia para la energía, hidratos de carbono, fibra, grasas, ácidos grasos, colesterol, proteínas y aminoácidos. Washington: National Academies Press; 2005.
33. FEDA. ¿Qué son las proteínas y por qué son tan importantes para tu dieta? [página web] 2014. Disponible en: <http://www.feda.net/que-son-las-proteinas-y-por-que-son-tan-importantes-para-tu-dieta/>
34. Poortmans JR, Carpentier A, Pereira-Lancha LO, Lancha JR A. Protein turnover, amino acid requirements and recommendations for athletes and active populations. *Braz J Med Biol Res.* 2012; 45(10): 875-890.
35. Kreider RB, Campbell B. Protein for exercise and recovery. *Phys Sportsmed.* 2009; 37(2): 13-21. doi: 10.3810/psm.2009.06.1705.
36. Stearns RL, Emmanuel H, Volek JS, Casa de DJ. Effects of ingesting protein in combination with carbohydrate during exercise on endurance performance: a systematic review with meta-analysis. *J Strength Cond Res.* 2010; 24(8): 2192-202.



Revisión

Efectos de las vibraciones de cuerpo completo sobre la composición corporal y las capacidades físicas en adultos jóvenes físicamente activos

Esmeraldo Martínez-Pardo¹, Enrique Martínez-Ruiz², Pedro E. Alcaraz^{1,3}
y Jacobo A. Rubio-Arias^{1,3}

¹Departamento de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, Facultad de Deporte - UCAM, Universidad Católica de Murcia, Murcia. ²Cátedra de traumatología del deporte - UCAM, Universidad Católica de Murcia, Murcia. ³UCAM Centro de Investigación de Alto Rendimiento - UCAM, Universidad Católica de Murcia (Murcia), España.

Resumen

En la última década se ha sugerido que la práctica de ejercicio a través de las vibraciones de todo el cuerpo (WBV) puede incrementar el rendimiento neuromuscular y, consecuentemente, incidir en la mejora muscular, ya sea como respuesta aguda a la vibración o como adaptación crónica al entrenamiento. Las plataformas vibratorias generan frecuencias que van de 5 a 45 Hz y desplazamientos verticales de 1 a 11 mm de pico a pico, incidiendo en una mayor o menor aceleración modificando la intensidad al combinar frecuencia y amplitud. El entrenamiento vibratorio, tanto en una sesión como en varias, ofrece diferentes resultados en lo que se refiere a cambios en la composición corporal, así como en el incremento del salto vertical, la velocidad de carrera y las diferentes manifestaciones del rendimiento de la fuerza. Estos resultados tan prometedores aguardan futuras investigaciones que establezcan unos parámetros (duración, frecuencia y amplitud) con estímulo vibratorio en sujetos jóvenes activos.

Esta revisión bibliográfica ofrece una recopilación actualizada de la evidencia científica sobre las vibraciones corporales con el fin de responder a la cuestión de si las WBV, entendidas como el ejercicio que incrementa la carga gravitacional, son una opción de tratamiento si el objetivo es mejorar la función neuromuscular, la flexibilidad, el equilibrio, la agilidad, la coordinación o la composición corporal.

(Nutr Hosp. 2015;32:1949-1959)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9672

Palabras clave: Vibración de todo el cuerpo. Ejercicio vibratorio. Fuerza. Composición corporal.

EFFECTS OF WHOLE-BODY VIBRATION TRAINING ON BODY COMPOSITION AND PHYSICAL FITNESS IN RECREATIONALLY ACTIVE YOUNG ADULTS

Abstract

In the last decade, it has been suggested that whole-body vibration training (WBV) may increase neuromuscular performance and consequently affect the muscular improvement as either acute response to vibration or chronic adaptation training. Vibrating platforms generate frequencies from 5-45 Hz and vertical oscillations of 1-11 mm peak to peak, affecting more or less intensity acceleration changing by combining frequency and amplitude. Vibration training, in a session as various offers different results in regard to changes in body composition and in increasing the vertical jump, sprint, and the different manifestations of force development. These promising results await further research to establish parameters (duration, frequency and amplitude) with vibration stimulation in young active subjects.

This literature review provides an update on the scientific evidence on the body vibrations in order to answer the question whether WBV, meaning the exercise by increasing the gravitational load collection, is a treatment option if the aim is to improve neuromuscular function, flexibility, balance, agility, coordination and body composition.

(Nutr Hosp. 2015;32:1949-1959)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9672

Key words: Whole body vibration. Vibration exercise. Strength. Body composition.

Correspondencia: Jacobo A. Rubio Arias/Esmeraldo Martínez-Pardo.
E-mail: jararias@ucam.edu/aldo.martinez@gmail.com

Recibido: 22-VII-2015.
Aceptado: 17-VIII-2015.

Abreviaturas

WBV: Vibraciones de cuerpo entero.
Hz: Frecuencia.
mm: Amplitud.
MG: Masa grasa.
MLG: Masa libre en grasa.
DXA: Absorciometría de rayos X de energía dual.
CMO: Contenido mineral óseo.
DMO: Densidad mineral ósea.
GC: Grupo control.
ACSM: Colegio Americano de Medicina Deportiva.
VS: Estimulación vibratoria.

Introducción

El entrenamiento vibratorio de cuerpo entero (WBV) ha aumentado su popularidad como una alternativa al entrenamiento convencional con pesas o como un entrenamiento complementario, ya que ofrece una cantidad importante de beneficios físicos, así como la mejora de la fuerza muscular, flexibilidad, rango de movimiento, densidad ósea y circulación sanguínea¹.

Este tipo de estímulo vibratorio está caracterizado por la transmisión de oscilaciones mecánicas sinusoidales en las que la vibración es aplicada indirectamente a la musculatura que se quiere entrenar a través de una plataforma vibratoria, donde el individuo permanece en posición de semiflexión de piernas sobre su superficie y, a través de los pies, las vibraciones emitidas se transmiten por todo el cuerpo (Fig. 1). Estas vibraciones permiten una adaptación atendiendo a las variables que se manejan, como son la frecuencia (Hz) y la amplitud (mm) de vibración, el tiempo de exposición y recuperación y los ejercicios o posturas que se utilizan sobre la plataforma. Este tipo de dispositivo administra vibraciones sinusoidales a todo el cuerpo con frecuencias que oscilan entre 5 y 45 Hz² y desplazamientos verticales de 1 a 11 mm³. Cuando las vibraciones se aplican a largo plazo, las frecuencias oscilan entre 26 y 45 Hz y las amplitudes se encuentran en un rango entre 2 y 10 mm si atendemos a la revisión de 14 estudios longitudinales que ofrece Rehn et al.⁴. En dicha revisión aparecen 5 artículos con jóvenes sanos los cuales entrenaron con frecuencias entre 26 y 40 Hz y amplitudes entre 2 y 10 mm. Todas estas variables condicionan la respuesta del cuerpo humano a la vibración⁵.

Gran cantidad de investigadores hacen referencia a la incidencia de las vibraciones sobre el organismo cuando los efectos son agudos, o cuando las adaptaciones se producen a largo plazo. Dichas adaptaciones a esta forma popular de entrenamiento, han proporcionado efectos beneficiosos sobre la salud ósea⁷, la composición corporal^{6,8}, el perfil hormonal⁹ o el rendimiento muscular^{6,10-13}.

Estos beneficios están condicionados por una serie de parámetros, que son los que actualmente crean



Fig. 1.—Disposición del sujeto sobre la plataforma. El sujeto permanece sobre la plataforma manteniendo una posición isométrica de cuarto de sentadilla con los pies a la anchura de los hombros⁶.

tanta controversia entre los distintos autores. Dichos parámetros son los que determinarán la carga de entrenamiento, en concreto la intensidad (frecuencia, amplitud y aceleración) y el volumen (tiempo de exposición, tiempo de descanso, frecuencia semanal y distribución), ya que dependiendo de cómo se combine la frecuencia, la amplitud, el tiempo de exposición a la vibración, el tiempo de descanso intermedio, la posición adquirida sobre la plataforma, se obtendrán diferentes adaptaciones. Además, no se obtienen los mismos efectos cuando la vibración es aplicada en una sola sesión que cuando se aplica durante un periodo de tiempo, por lo que, para las adaptaciones a largo

plazo es posible que la frecuencia semanal de entrenamiento pueda influir en las posibles adaptaciones crónicas que provoca el entrenamiento vibratorio. La adquisición de una condición física muscular adecuada que permita mejorar el estado de salud, pasa por la necesidad de un entrenamiento que perdure en el tiempo, por lo que serán las adaptaciones crónicas las que mayor interés despierten a la hora de prescribir programas de entrenamiento dedicados a la mejora de la calidad de vida.

Debido a la importancia de comprender este complejo entramado, surge la necesidad de elaborar una revisión de estudios longitudinales centrada en los jóvenes activos y sanos de características similares, donde se plasme la relación entre los distintos tipos de entrenamiento y los efectos que generan sobre el rendimiento de diferentes cualidades físicas, el equilibrio y la composición corporal en jóvenes sanos.

Composición corporal

La actividad física es uno de los pilares fundamentales cuando el objetivo es la pérdida de peso, ya que conduce a un aumento del gasto de energía. Sin embargo, los efectos que produce el entrenamiento con WBV sobre el porcentaje de masa grasa (MG) o masa libre en grasa (MLG) no han aportado muchas investigaciones en la literatura científica actual, sobre todo en jóvenes activos y sanos. A su vez, dicha población ha sido objeto de pocos estudios entorno a los efectos que generan las WBV sobre el tejido óseo.

Masa muscular

Muchos estudios han sugerido que el entrenamiento vibratorio puede afectar a la fuerza muscular^{6,10-14} y a la potencia^{6,15-20}. Sin embargo, pocos son los estudios se han centrado en características morfológicas como la composición corporal de jóvenes sanos.

El estudio de Martínez-Pardo et al.⁶ evaluaba los efectos de dos amplitudes diferentes de WBV sobre la composición corporal. Treinta y ocho sujetos jóvenes y activos participaron en el estudio dividiéndose en dos grupos experimentales (GL = 2 mm; GH = 4 mm) y un grupo de control (GC). Los grupos experimentales realizaron un entrenamiento vibratorio progresivo de 2 días a la semana durante 6 semanas. La frecuencia de vibración (50 Hz), tiempo de trabajo (60 s) y el tiempo de recuperación (60 s) fueron constantes para GL y GH. Todos los participantes adoptaron una posición estática con semiflexión de piernas sobre la plataforma. Tras valorar la composición corporal, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el cambio en la masa de grasa después del entrenamiento de vibración. Sin embargo, la MLG aumentó significativamente en GH entre el pre-test y post-test, sin cambios significativos en GL y el GC.

Hay varios estudios que sugieren que la hipertrofia muscular puede deberse a una respuesta hormonal inducida por la vibración. El ejercicio sobre una plataforma vibratoria provoca reacciones endocrinas que pueden ser entendidas como señales producidas por el efecto del entrenamiento²¹. Estas respuestas hormonales se manifiestan con un aumento de la testosterona⁹, de la hormona de crecimiento^{9,22,23}, de las catecolaminas²⁴, de la síntesis de proteínas²⁵ y en una disminución de cortisol^{9,23}. La literatura científica muestra que hay un mayor aumento en la producción de la hormona del crecimiento con la exposición a la WBV^{9,23}. Estos efectos endocrinos podrían explicar el aumento de MLG después del entrenamiento vibratorio. Similares resultados presenta el estudio de Roelants et al.¹², que evaluaron la composición corporal de 48 mujeres jóvenes tras 24 semanas de entrenamiento vibratorio (35-40 Hz, 2,5 a 5,0 mm), obteniendo un aumento significativo del 2,2% en la MLG entre el pre-test y post-test. En el estudio de Martínez-Pardo et al.⁶, se observó un aumento del 1,6% en el grupo de GH con solo 6 semanas de entrenamiento. Lamont et al.⁸ encontraron resultados similares en los cambios de masa corporal magra (en comparación con el GC) evaluada en 36 hombres (18-30 años) mediante DXA cuando se utilizó un programa de entrenamiento vibratorio (50 Hz, 2-4 mm) de una duración similar (6 semanas) combinado con el ejercicio de sentadillas. En la misma línea de resultados encontramos el estudio de Osawa & Oguma²⁶ donde se mostraba que 13 semanas de entrenamiento vibratorio combinado con un entrenamiento de pesas era más efectivo para generar hipertrofia muscular (+10,7% en el área de la sección transversal del psoas mayor) que el entrenamiento de fuerza por sí sólo (+3,8%).

Masa ósea

La incidencia de la osteoporosis, se manifiesta en la edad avanzada. Sin embargo, podría reducirse mediante el aumento del pico de masa ósea durante la juventud. Pocos son los trabajos que han estudiado el efecto de las vibraciones sobre el tejido óseos en jóvenes^{7,20}. Gilsanz et al.⁷ realizaron una investigación de 12 meses utilizando un programa de WBV con 48 mujeres saludables (15-20 años) que al menos habían tenido una fractura ósea antes del estudio. Se evaluaron tanto la dieta y la actividad física como la composición ósea y muscular. La mitad de los sujetos se sometieron diariamente a WBV (30 Hz; 0,3 g) y la otra mitad conformaba el GC. Una vez finalizado el estudio obtuvieron que el hueso esponjoso en la vértebra lumbar y el hueso cortical en la diáfisis femoral del grupo experimental había aumentado en un 2,1% ($p = 0,025$) y un 3,4% ($p < 0,001$), respectivamente, en comparación con un 0,1% ($p = 0,74$) y un 1,1% ($p = 0,14$) en el GC. El incremento en el hueso esponjoso y cortical fue 2,0% ($p = 0,06$) y 2,3% ($p = 0,04$) mayor, respectivamente,

en el grupo experimental en comparación con el GC. El área de sección transversal de la musculatura paravertebral fue un 4,9% mayor ($p = 0,002$) en el grupo experimental que en el GC. Los datos de este estudio indican que la formación de hueso y músculo puede mejorarse en mujeres jóvenes con baja densidad mineral ósea (DMO) a través de una exposición diaria de señales mecánicas de baja magnitud. Este estudio apoya la presencia de que las señales mecánicas, en el orden de que la magnitud esté por debajo de aquella que cause daño en la matriz del hueso²⁷, puede mejorar el desarrollo musculoesquelético.

El estudio de Gilsanz et al.⁷ ofrece pruebas de que la carga de vibración puede ser una manera eficaz y segura para mejorar la DMO del hueso, proporcionando de este modo un gran potencial para la prevención y tratamiento de la osteoporosis. Sin embargo, Torvinen et al.²⁰ no hallaron los mismos resultados en un ensayo aleatorio controlado diseñado para evaluar los efectos de la intervención con WBV en el hueso. Para dicho estudio contaron con cincuenta y seis adultos jóvenes y sanos (21 hombres y 35 mujeres; edad: 19-38 años) asignados al azar en un grupo experimental (WBV) y un GC. La intervención consistió en una serie de WBV durante 8 meses (4 min/día, 3-5 veces por semana). Durante el programa de vibración la plataforma osciló en un orden ascendente desde 25 hasta 45 Hz. Se evaluó la masa, estructura, y la fuerza estimada de hueso en la tibia distal y en la diáfisis tibial mediante tomografía computarizada cuantitativa periférica (pQCT) al inicio y a los 8 meses. El contenido mineral óseo (CMO) se midió en la columna lumbar, cuello del fémur, trocánter, el calcáneo y el radio distal mediante absorciometría de rayos X de energía dual (DXA) al inicio del estudio y después de la intervención de 8 meses. Se determinaron marcadores séricos de recambio óseo tanto al inicio como al finalizar del estudio. La intervención con vibraciones no tuvo ningún efecto sobre la masa, estructura, o la fuerza estimada de hueso en ninguna de las partes valoradas del esqueleto y los marcadores séricos del recambio óseo no variaron. En la misma línea de resultados se encuentra el estudio de Milanese et al.²⁸, donde 36 mujeres sanas (edad = $25,3 \pm 5,26$ años) se sometieron a 8 semanas de ejercicio con WBV (2 sesiones / semana; 2,0-5,0 mm; 40-60 Hz). El CMO y la DMO se evaluaron antes y después del entrenamiento con WBV mediante DXA. Los resultados mostraron que el tejido óseo valorado en todo el cuerpo y a nivel regional no se vieron afectados de manera significativa tras el periodo de entrenamiento.

Masa grasa

Como describe el Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM), la actividad física de intensidad moderada durante más de $250 \text{ min} \cdot \text{wk}^{-1}$ se ha asociado con una pérdida significativa de peso²⁹. Sin embargo,

hasta el momento, es difícil establecer un patrón de entrenamiento vibratorio donde se asegure una pérdida de tejido adiposo. Así lo demuestra el estudio de Paradis y Zacharogiannis¹⁶ donde no aparecen cambios significativos en el porcentaje de grasa corporal en veinticuatro jóvenes sanos (12 mujeres y 12 hombres; edad: $21,3 \pm 1,2$ años) tras 6 semanas de entrenamiento vibratorio (3 entrenamientos semanales; 30 Hz; 2,5 mm) y, aunque Roelants et al.¹² demostraron que el entrenamiento WBV provocaba un pequeño aumento en la MLG, no hallaron una reducción de la grasa corporal en cuarenta y ocho mujeres desentrenadas (edad: $21,3 \pm 2,0$ años). Sin embargo, Una reciente revisión concluye que el entrenamiento WBV parece estar asociado con la pérdida de peso debido a la inhibición de la adipogénesis y reducción de la masa grasa, aumento del gasto energético, y un aumento en la masa muscular³⁰. Por ello, cuando se trata de explicar los efectos del WBV, cabe tener en cuenta que WBV puede provocar respuestas secundarias a través de la interacción entre los diferentes sistemas: el óseo, muscular, sistema endocrino, sistema nervioso y vascular³¹.

Fuerza

La mayor parte de trabajos científicos dedicados a conocer los efectos del entrenamiento vibratorio, han centrado su interés en explicar las ganancias de fuerza y potencia muscular que se producen con esta modalidad de entrenamiento. Estas ganancias son debidas principalmente por adaptaciones a nivel neuromuscular³²⁻³⁴. Sin embargo, el entrenamiento con WBV no produce siempre los mismos efectos, así lo demuestran los siguientes estudios que se centran en valorar diferentes formas de generar fuerza en miembros superiores e inferiores tras un periodo de entrenamiento vibratorio en jóvenes sanos.

Fuerza máxima isoinercial

La evaluación isoinercial parece reflejar bien los gestos y movimientos de entrenamiento y competición propios de una gran variedad de deportes, en los que se producen acciones repetidas de aceleración y desaceleración³⁵⁻³⁸. Además, la evaluación isoinercial parece ser un procedimiento sensible para realizar un seguimiento longitudinal de los cambios que se producen en los niveles de fuerza como consecuencia del entrenamiento³⁹.

Fuerza isocinética

Miembros inferiores

Diferentes autores han publicado que WBV aumenta la fuerza dinámica de los músculos de las extremi-

dades inferiores en sujetos activos o no entrenados¹⁰⁻¹³. Delecluse et al.¹⁰ investigaron el efecto de un período de 12 semanas de entrenamiento con WBV (35-40 Hz) sobre la fuerza de los extensores de rodilla en sesenta y siete mujeres no entrenadas ($21,4 \pm 1,8$ años). Todos los grupos de entrenamiento realizaron ejercicio 3 veces por semana a excepción del GC. La fuerza isométrica y dinámica de los extensores de rodilla se incrementó significativamente ($p < 0,001$) tanto en el grupo WBV ($16,6 \pm 10,8\%$; $9,0 \pm 3,2\%$) como en el grupo que entrenó con pesas ($14,4 \pm 5,3\%$; $7,0 \pm 6,2\%$), mientras que el grupo placebo y control no mostraron ningún aumento significativo. Similares resultados encontramos en una muestra de treinta y ocho jóvenes activos (30 hombres y 8 mujeres; $21,2 \pm 3,3$ años), en los que se evaluó los efectos que produce el uso de dos amplitudes diferentes (GL = trabajó con baja amplitud de 2 mm; GH = trabajado con alta amplitud de 4 mm) de WBV (50 Hz) sobre el desarrollo de la fuerza y la potencia mecánica de la extremidad, observándose un aumento significativo de la fuerza isocinética en GL y GH a velocidades angulares de $60^\circ \cdot s^{-1}$, $180^\circ \cdot s^{-1}$ y $270^\circ \cdot s^{-1}$ ⁶. Así mismo, el estudio de Esmailzadeh et al. (2015) sugiere que 8 semanas de entrenamiento WBV (3 veces por semana; 30 Hz, 2-6 mm) es un método eficaz para la mejora significativa de la fuerza de los extensores de rodilla, en el pico torque concéntrico ($p = 0,004$) y excéntrico ($p = 0,031$), en mujeres jóvenes sanas⁴⁰. Sin embargo, algunos estudios realizados con población físicamente activa, no aportan cambios significativos en la fuerza de los extensores de la rodilla después de un programa de 8 semanas de WBV (20-40 Hz; 2,5-5 mm) combinado con un entrenamiento de pesas⁴¹, o tras 4 meses de WBV (25-35 Hz, 2 mm, 4 min)¹⁹.

Miembros superiores

Los efectos vibratorios sobre la potencia o fuerza del tren superior han sido menos estudiados. La vibración a través de los pies proporciona un estímulo para el rendimiento de los extensores del codo, mejorando el número de repeticiones completadas y la velocidad media⁴². Diferentes estudios donde se utilizaron resistencias han demostrado que el entrenamiento WBV da como resultado adaptaciones musculares significativas. Así se muestra en el estudio de Issurin et al.¹⁴ donde aparece un aumento significativo de la fuerza como consecuencia de realizar levantamientos de curl de bíceps con una barra ensamblada a un cable vibratorio. En la misma línea de resultados encontramos el estudio de Bosco et al.⁴³ donde se produjo un incremento post-vibración del 8% en la potencia media del bíceps braquial en 12 boxeadores internacionales que agarraban de forma isométrica un dispositivo de vibración manual (30 Hz; 6 mm). Además, otro estudio que muestra la mejora de la potencia del tren superior es el aportado por Poston et al.¹⁷. Aplicando la vibra-

ción a una barra olímpica, 10 sujetos con experiencia en el levantamiento de pesas, realizaron 3 series de 3 repeticiones (70% 1RM) de press de banca con vibración (30 Hz; 1,1 mm) y sin ella en 2 sesiones (una sesión con vibración sirvió como condición experimental, mientras que la otra sesión sin vibración sirvió como control) separadas por 3 días. Como resultado, el pico y la potencia media fueron mayores después de la intervención vibratoria en comparación con la intervención sin vibraciones (control). Sin embargo, se debe tener en cuenta que las series realizadas antes de la intervención con vibraciones mostraron salidas de potencia más altas en comparación con las que mostró la intervención control. Sin embargo, Cochrane & Hawke (2007) no han encontrado un incremento significativo en la potencia del tren superior en 12 escaladores activos y sanos que fueron expuestos a vibraciones (26 Hz; 3 mm) a través de una mancuerna (3 kg) eléctrica⁴⁴.

Cuando la vibración es aplicada durante varias semanas, es posible mejorar la fuerza máxima isotónica. Así concluye el estudio de Issurin et al.¹⁴ realizado con 28 sujetos activos (19-25 años) estudiantes de Educación Física, los cuales se sometieron a estimulación vibratoria (VS) aplicada a las extremidades superiores tres veces por semana durante 3 semanas. Para ello, se dividieron en tres grupos con la finalidad de realizar: (a) ejercicios convencionales de fuerza de brazos y ejercicios de estiramiento de piernas con VS; (b) ejercicios de fuerza de brazos con VS (44 Hz; 3 mm) y ejercicios de estiramientos convencionales para las piernas; (c) entrenamiento irrelevante (GC). Dicha investigación, que utilizó un sistema de poleas donde la vibración se transmitía a través de un cable mientras se ejecutaba el ejercicio de curl de bíceps sentado, indujo a un aumento significativamente mayor en la fuerza concéntrica durante la flexión de codos en el grupo que entrenó la fuerza con VS (promedio de 49,8%), mientras que el entrenamiento de fuerza convencional incrementó un 16,1% en el post-test. El GC no mostró ganancias en el 1RM. Similares resultados, sin ser éstos significativos, aparecen en el estudio de Eider et al. (2011) donde se muestran los efectos crónicos (8 semanas) de WBV (20 Hz; 2-5 mm) combinado con ejercicios estáticos y dinámicos submáximos con resistencias sobre las capacidades físicas de 37 mujeres jóvenes sanas (20-25 años). Para ello, fueron distribuidas aleatoriamente en dos grupos (experimental y control). El programa de entrenamiento constaba de 24 sesiones (3 sesiones por semana). Tanto los sujetos del grupo experimental como el control realizaron los mismos ejercicios de fuerza y potencia submáxima sobre la plataforma, solo que al GC no se le administró vibración. Se valoró la extensión máxima isocinética de los dos brazos (como si fueran flexiones) llegando a la conclusión que el entrenamiento con resistencias combinado con WBV es más eficiente en el incremento de la fuerza que el mismo entrenamiento

convencional sin WBV. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre grupos⁴⁵.

Potencia

Salto

En la literatura científica encontramos una cantidad considerable de artículos que estudian los efectos de las vibraciones sobre el rendimiento del salto, sin embargo no son tantos los que se centran en sujetos sin experiencia atlética o que sólo realizan ejercicio físico de forma recreativa. Si bien, 6 de los estudios revisados sí encuentran mejoras significativas en el salto valorado, otros 4, hallan una tendencia positiva sin ser ésta significativa.

Cuando observamos (Tabla I) la duración de los estudios que evalúan los efectos de WBV sobre el salto vertical, aparecen mejoras significativas en 3 de los estudios con una duración de 5-6 semanas^{15,16,18}. En contraposición, uno de los estudios con 6 semanas de duración halló cambios no significativos en SJ y CMJ⁶. Similares efectos aparecen en los estudios con 8 semanas de duración, donde no parecen ser significativos los efectos en la función muscular^{41,46}. En estudios con una duración mayor, sí aparece una tendencia a incrementar la altura del CMJ tras 11 semanas de WBV⁴⁷, mientras que tras 12 semanas dicho incremento sí fue significativo¹⁰. La mejora significativa en el CMJ tras 4 y 8 meses de WBV aparece en dos estudios^{19,20}.

El objetivo del estudio de Paradisis y Zacharogianis¹⁶ fue investigar el efecto de 6 semanas de WBV en el rendimiento de la fuerza explosiva de los miembros inferiores en 24 jóvenes sanos (12 mujeres y 12 hombres; $21,3 \pm 1,2$ años) que conformaban un grupo experimental que entrenaba con WBV (16-30 min/día; 3 veces a la semana; 2,5 mm; 30 Hz), y un GC, que no participó en ningún entrenamiento. El rendimiento de la fuerza explosiva mostró un aumento (3,3%) de la altura del salto en el CMJ y una mejora del 7,8% en la resistencia a la fuerza explosiva (CMJ 30 seg). En una muestra de edades similares y con 6 semanas más (12 semanas) de duración que en el estudio de Paradisis, Delecluse et al.¹⁰ investigaron el efecto del entrenamiento con WBV (35-40 Hz) sobre la fuerza dinámica de los extensores de rodilla en sesenta y siete mujeres no entrenadas ($21,4 \pm 1,8$ años). Todos los grupos de entrenamiento realizaron ejercicio 3 veces por semana a excepción del GC. La altura del CMJ incrementó significativamente ($p < 0,001$) después de 12 semanas en el grupo WBV y permaneció sin cambios en el resto de grupos. La mejora inducida en el CMJ (7,6%) en el estudio de Delecluse es comparable con el incremento de un 8,5% en la altura del salto obtenida en el estudio de Torvinen et al. (2002) después de 4 meses de entrenamiento WBV¹⁹. A su vez, Torvinen et al.²⁰ observaron mejoras en los resultados obtenidos en la altura del salto vertical (7,8%) tras una

intervención WBV de 8 meses (4 min/día, 3-5 veces por semana, 25-45Hz; 2 mm) en jóvenes y adultos sanos (21 hombres y 35 mujeres; edad, 19-38 años). Sin embargo, Elmantaser et al.⁴⁶ tras utilizar dos dispositivos vibratorios diferentes (plataforma Galileo y plataforma Juvent) 3 veces por semana con una muestra de 10 hombres sanos (edad media = 33 años) durante 8 semanas, no encontraron cambios significativos en el rendimiento del salto. Así mismo, Artero et al.⁴¹ utilizaron un programa de WBV combinado con un entrenamiento de pesas con el mismo tiempo de duración (8 semanas), no observando cambios significativos en la fuerza explosiva de los miembros inferiores (CMJ). En la misma línea de resultados Martínez-Pardo et al.⁶, tras seis semanas de entrenamiento WBV, no hallaron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las variables estudiadas para cualquiera de los saltos realizados (SJ y CMJ) entre el pre-test y post-test. Resultados similares fueron encontrados por De Ruiter et al.⁴⁸, que evaluaron los efectos de 11 semanas de WBV (30 Hz; 8 mm) sobre la altura del CMJ sin obtener mejoras significativas. Rønnestad¹⁸ tampoco encontró diferencias significativas en el rendimiento del CMJ entre los grupos que entrenaron mediante sentadillas y con sentadillas y vibración (40 Hz) durante 5 semanas, pero sí que halló mejoras significativas en el rendimiento del CMJ ($p < 0,01$) en el grupo que entrenó con sentadillas y vibración. Dicho efecto positivo coincide con el estudio de Lamont et al.¹⁵ realizado con 36 hombres (20-30 años), donde se obtuvo una mejora en la altura del depth jump en los grupos que entrenaron mediante sentadillas sin vibración (9,45%) y con vibración (8,49%) tras 6 semanas.

Velocidad

El entrenamiento de la velocidad es una parte integral del entrenamiento tanto en atletas como en los deportes de campo y de pista. La mayoría de los entrenamientos de velocidad se centran en ejercicios cuya finalidad es el desarrollo de la aceleración y la velocidad máxima de carrera⁴⁹⁻⁵².

Aceleración

La capacidad de aceleración se refiere a menudo al rendimiento de carrera sobre distancias cortas como son 5 ó 10 m⁵³. El siguiente estudio pretendía determinar si un programa de entrenamiento WBV de 6 semanas incidiría en la cinemática del sprint. Para ello contaron con veinticuatro jóvenes sanos (12 mujeres y 12 hombres) que fueron divididos aleatoriamente ($n = 12$) en un grupo experimental y un GC. El grupo WBV realizó un programa de entrenamiento de 6 semanas (3 veces por semana) sobre una plataforma vibratoria (2,5 mm; 30 Hz). El GC no participó en ningún tipo de entrenamiento. La duración del estímulo

Tabla I
Efectos de WBVT sobre el salto

Autor/es	n	♂	♀	edad (años)	¿Estudio con GC?	Características sujetos	Dosis	Duración	Frecuencia semanal (veces/semana)	Test	Diferencias entre antes y después de WBVT	Conclusión
Artero et al. (2012)	29	25	4	21,8 ± 1,5	no	activos recreacionalmente	20-40 Hz; 2,5-5 mm	8 semanas	2	CMJ	Cambios NS en el CMJ	No mejoró el rendimiento muscular en comparación con un programa de ejercicios idénticos en ausencia de vibraciones
De Ruiter et al. (2003)	20	12	8	19,9 ± 0,6 / 20,7 ± 0,5	si	activos	30 Hz; 8 mm	11 semanas	3	CMJ	Tendencia (P = 0,71) a incrementar la altura del salto	Mejoras NS en la altura del salto
Delecluse et al. (2003)	67	67		21,4 ± 1,8	si	no entrenadas	35-40 Hz; 2,5-5 mm; 2,28-5,09 g	12 semanas	3	CMJ	↑CMJh = 7,6 ± 4,3%	WBVT induce ganancias en la fuerza de los extensores de las piernas
Elmantaser et al. (2012)	10	10		29-49	no	sanos	Plataforma Juvent: 32-37 Hz; 0,085 mm; 0,3 g. Plataforma Galileo: 18-22 Hz; 4 mm; 2,6-3,8g.	8 semanas	3	CMJ	Efectos NS sobre la función muscular	No se hallaron cambios significativos en el rendimiento del salto
Lamont et al. (2008)	36	36		20-30	si	activos	50Hz; 2-6 mm	6 semanas	2	DJ 30cm; SJP	↑DJh = 8,49%; ↑SJP = 7,29%	Combinar el entrenamiento de sentadillas con WBV parece mejorar la potencia del salto
Martínez-Pardo et al. (2013),	38	30	8	21,2 ± 3,3	si	activos recreacionalmente	50 Hz; GL = 2 mm; GH = 4 mm	6 semanas	2	CMJ; SJ	Cambios NS en SJ y CMJ	El entrenamiento con vibraciones, independientemente de la amplitud, no produjo mejoras significativas en el salto vertical.
Paradis y Zacharogiannis (2007)	24	12	12	21,3 ± 1,2	si	sanos	30 Hz; 2,5 mm; 2,28 g	6 semanas	3	CMJ	↑CMJh = 3,3%; ↑CVJT = 7,8%	Cambios significativos en el rendimiento de la fuerza explosiva
Rønnestad (2004)	14	14		21-40	no	activos	40 Hz;	5 semanas	3	CMJ	↑CMJh = 9,1 ± 5,5%	Existe una tendencia de mejora en la F _{exp} cuando se entrena sentadillas con vibraciones
Torvinen et al. (2002)	56	21	35	19-38	si	sanos	25-40 Hz; 2 mm; 2,5-6,4 g	4 meses	de 3 a 5	CMJ	A los 2 meses: ↑CMJ = 10,2%. A los 4 meses: ↑CMJ = 8,5%	4 meses de WBVT mejora la potencia del salto en adultos jóvenes
Torvinen et al. (2003)	56	21	35	19-38	si	sanos	25-45 Hz; 2 mm; 2-8 g	8 meses	de 3 a 5	CMJ	↑CMJh = 7,8%	8 meses de WBVT produce un beneficio neto de 7,8% en la altura del salto vertical (p = 0,003).

↑ = incremento; CMJ = Salto con contramovimiento; CVJT = Saltos realizados durante un período de 30 s; DJ30cm = Salto en profundidad desde 30 cm; F_{exp} = Fuerza explosiva; g = campo gravitacional de la Tierra, o 9,81m·s⁻²; GC = Grupo Control; GH = entrenamiento con amplitud de 4 mm; GL = entrenamiento con amplitud de 2 mm; h = altura; NS = no significativo; SJ = Squat Jump; p = potencia.

diario fue de 16 minutos, el cual constaba de 3 series de 8 repeticiones (2 repeticiones de cada ejercicio) de 40 segundos, con 2 min de recuperación entre las series y 1 min de recuperación entre las repeticiones. El GC no participó en ningún tipo de entrenamiento. Los tests se desarrollaron antes y después del programa de entrenamiento¹⁶. El rendimiento de las carreras de velocidad fue valorado durante un sprint de 60 metros midiendo el tiempo y la velocidad de carrera. Los sprints se ejecutaron en una pista de atletismo cubierta con una temperatura constante de 25°C. El tiempo y la velocidad promedio en las distancias de 10 m, 20 m, 40 m, 50 m and 60 m se evaluó utilizando el Sistema de Cronometraje Broker (Brower, USA). Tras 6 semanas de entrenamiento, el grupo WBV mostró una mejora significativa en el tiempo de sprint en 10 m del 4.3% ($p < 0,05$), mientras que en el GC no se observaron diferencias significativas. El grupo WBV mostró una mejora significativa en el tiempo de sprint en 20 m del 3,0% ($p < 0,05$) mientras que en el GC no ofreció cambios significativos. A su vez, el análisis mostró que la velocidad de carrera entre los 0 y los 10 m se incrementó significativamente en un 4,9% ($p < 0,05$), mientras que no se observaron cambios significativos en el GC. Considerando estos primeros metros de la carrera velocidad como la fase de aceleración, el estudio de Paradisis y Zacharogiannis¹⁶ ofreció mejoras significativas. Similares resultados aparecen en el estudio de Sarshin et al.⁵⁴ donde 20 jóvenes (edad: $21,5 \pm 1,4$ años) divididos aleatoriamente en un grupo experimental (GE) ($n = 10$) y un GC ($n = 10$) se entrenaron durante 4 semanas con WBV (3 sesiones/semana; 30 Hz; 10 mm). Tras evaluar al inicio y al final del periodo experimental, los resultados mostraron una mejora notable y significativa en la aceleración del GE en los 5 m ($P \leq 0,001$) y 10 m ($P \leq 0,042$), sin encontrar diferencias significativas en el GC. En contraposición, Cochrane et al.⁵⁵ no hallaron diferencias significativas entre el GC y el GE tras 9 días de entrenamiento WBV (25 Hz; 10 mm) sobre la aceleración de carrera (test de 5, 10, y 20 m) en 24 sujetos sanos (16 hombres y 8 mujeres; edad = $23,9 \pm 5,9$ años).

Velocidad máxima

El objetivo del estudio de Paradisis y Zacharogiannis¹⁶ fue investigar el efecto de 6 semanas de WBV en el rendimiento de la carrera de velocidad. Veinticuatro jóvenes sanos (12 mujeres y 12 hombres; $21,3 \pm 1,2$ años) participaron en el estudio. El grupo experimental realizó un programa de 6 semanas de entrenamiento con WBV (16-30 min/día, 3 veces a la semana; 2,5 mm; 30 Hz). El GC no participó en ningún entrenamiento. Las pruebas se realizaron antes y después del periodo de entrenamiento. El test de carrera de velocidad se midió mediante un sprint de 60 m donde se calculó el tiempo de carrera, la velocidad de carrera, la longitud de zancada y la cantidad de zancadas. El rendimiento en 10

m, 20 m, 40 m, 50 m y 60 m mejoró significativamente tras 6 semanas de entrenamiento WBV con una mejora general del 2,7%. La longitud de zancada y la velocidad de carrera mejoraron en un 5,1% y 3,6%, y la cantidad de zancadas disminuyó en un 3,4%. En la misma línea de resultados se encuentra la investigación de Sarshin et al. (2010), donde un grupo experimental (GE) ($n = 10$) y un GC (GC) ($n = 10$) de jóvenes, se sometieron a 4 semanas de entrenamiento WBV (3 sesiones/semana; 30 Hz; 10 mm). Tras comparar las valoraciones iniciales y finales con un test de velocidad, los resultados mostraron una mejora significativa en el GE, mientras que el GC no obtuvo diferencias destacables⁵⁴. Sin embargo, el estudio de Cole y Mahoney (2010) no presentó mejoras significativas en el test de velocidad al que se sometieron 8 estudiantes universitarios (6 hombres y 2 mujeres) antes y después de 5 semanas de entrenamiento vibratorio (2 sesiones/semana; 30-50 Hz; amplitud baja-alta)⁵⁶. En la misma línea de resultados se encuentra el estudio de Hosseini et al.⁵⁷, donde no se observó ninguna diferencia significativa ($P > 0,05$) entre los datos pre-test y post-test de los 3 grupos que integraban el estudio -- [1.- entrenamiento con vibración ($n=30$); 2.- entrenamiento de fuerza ($n=30$) y 3.- GC ($n=30$) -- cuando se evaluó la velocidad de carrera (60 m) tras 6 semanas de entrenamiento vibratorio (4 sesiones/semana; 30 Hz; 10 mm). Así mismo, Cochrane et al. (2004) llegaron a la conclusión tras 9 días de entrenamiento con WBV (25 Hz; 10 mm), que no había diferencias estadísticamente significativas en los tiempos de los test de velocidad (20 m)⁵⁵.

VO₂

Algunos estudios analizan el consumo de oxígeno (VO₂) para estimar el gasto energético relacionado con el ejercicio. Rittweger et al.⁵⁸ mostraron que tras realizar una serie de 3 min sobre una plataforma WBV (26 Hz; 6 mm) aumentaba el VO₂ de 12 sujetos jóvenes y sanos (8 hombres y 4 mujeres) en comparación con el mismo ejercicio sin vibración. En otro estudio posterior, Rittweger et al.⁵⁹ demostraron que el VO₂ se incrementaba cuando se aumentaba la frecuencia (18-34 Hz) y la amplitud (2,5 a 7,5 mm) de la vibración. Así mismo, tras la monitorización del VO₂ durante 24 horas tras una sesión de entrenamiento WBV y una segunda sesión sin vibraciones, Hazell & Lemon⁶⁰ hallaron un incremento del 23% del VO₂ durante la sesión de entrenamiento WBV (45 Hz; 2 mm).

Flexibilidad

La investigación también se centra en conocer si el entrenamiento vibratorio puede influir en la flexibilidad muscular⁶¹. La distensión muscular es una de las lesiones más comunes, resultando en una disminución del rango de movimiento (ROM) en la zona afectada. Con la intención de determinar si WBV

tendrían un efecto positivo en la ganancia de flexibilidad (método de contracción-relajación) y de ese modo en el ROM de la musculatura isquiosural, Van den Tillaar et al.⁶¹ realizaron un estudio con 19 estudiantes de la licenciatura de Educación Física (12 mujeres y 7 hombres; edad $21,5 \pm 2,0$ años). Los sujetos fueron asignados aleatoriamente, a un grupo de entrenamiento WBV o a un GC. El protocolo de calentamiento consistía en 5 minutos de calentamiento general. Posteriormente, los sujetos de ambos grupos entrenaron sistemáticamente 3 veces por semana durante 4 semanas de acuerdo con el método de contracción-relajación, que consistía en realizar 3 veces una contracción isométrica de 5 segundos con cada pierna seguida de 30 segundos de estiramiento estático. Antes de cada ejercicio de estiramiento, el grupo WBV completaba un programa que consistía en WBV de pie en una posición en cuclillas sobre la plataforma con las rodillas flexionadas a 90° (30 segundos a 28 Hz, 10-mm de amplitud, 6 veces por sesión de entrenamiento). Los resultados mostraron que ambos grupos tenían un aumento significativo de flexibilidad isquiosural. Sin embargo, el grupo WBV mostró un aumento significativamente mayor (30%) en ROM que el GC (14%). Estos resultados indican que el entrenamiento WBV puede tener un efecto positivo adicional en la flexibilidad de los isquiotibiales cuando se combina con el método de contracción-relajación. Los autores sugirieron tres mecanismos posibles para la mejora observada: 1. Un aumento del flujo sanguíneo local inmediatamente después del entrenamiento vibratorio. Este aumento de sangre en la zona genera calor y por lo tanto mejora la elasticidad muscular y facilita un posible incremento de ROM durante el ejercicio de estiramiento; 2. Un estiramiento del cuádriceps puede relajar la musculatura isquiosural y de este modo influir de forma positiva en el ejercicio de estiramiento; 3. La vibración inducida reduce el dolor por inhibición, lo que significa que los sujetos podían estirarse más allá de los límites anteriores. En contraposición, el estudio de Cole y Mahoney (2010)⁵⁶ no presentó mejoras significativas en la flexibilidad de los isquiotibiales y la espalda baja (sit & reach test) de 8 estudiantes universitarios (6 hombres y 2 mujeres), tras 5 semanas de entrenamiento con vibraciones corporales (2 sesiones / semana; 30-50 Hz; amplitud baja-alta). Sin embargo, el estudio de Issurin et al.¹⁴ realizado con 28 sujetos activos (19-25 años) concluyó tras 3 semanas de entrenamiento, que las vibraciones (44 Hz; 3 mm) aplicadas durante períodos cortos mostraban una mayor ganancia de la flexibilidad cuando se valoraba mediante el test flex and reach.

Conclusiones

La puesta en práctica de entrenamientos vibratorios con sujetos jóvenes activos no tiene un gran historial hasta la fecha. Sin embargo, esta modalidad de en-

trenamiento está atrayendo cada vez más la atención de los investigadores. Se utilizan principalmente dos variedades de ejercicios: 1) manteniendo una posición estática sobre la plataforma, y 2) realizar algún movimiento sobre la superficie que vibra (con los miembros inferiores o superiores; con el peso del cuerpo o añadiendo una carga externa). El primer tipo de ejercicio no exige un esfuerzo muscular intenso. Sin embargo, el segundo tipo de ejercicio puede requerir de un esfuerzo físico mayor, dependiendo de la carga externa, el tipo de movimiento y la duración del ejercicio.

El conocimiento que se tiene sobre los efectos de las vibraciones mecánicas en sujetos jóvenes activos no es completo. Por ello, son necesarias más investigaciones que faciliten un protocolo válido (frecuencia, amplitud, duración y posición corporal) para mejorar el rendimiento de este tipo de población.

Efectos sobre la composición corporal

Pocos son los estudios realizados y contradictorios son sus resultados en adultos jóvenes y saludables. Por ello, son necesarios realizar más estudios que muestren con claridad cuáles son las recomendaciones clínicas que se pueden prescribir para que el ejercicio vibratorio sea beneficioso.

Efectos sobre la fuerza

Como muestra esta revisión, el entrenamiento vibratorio puede ocasionar un efecto crónico positivo sobre la fuerza y la potencia después de unas semanas o meses. Dicho entrenamiento vibratorio en ocasiones se combina con el entrenamiento de pesas. Este efecto facilitador está causado por los protocolos de entrenamiento utilizados tanto en las características de la vibración (frecuencia y amplitud) como en el protocolo del ejercicio (tipo de entrenamiento, intensidad, volumen, recuperación entre series y entrenamientos). Por otro lado, el entrenamiento con vibraciones, independientemente de la amplitud produjo mejoras significativas en la fuerza isocinética. Estos estudios indican que el entrenamiento vibratorio puede inducir a adaptaciones crónicas si se proporciona una intensidad y un volumen suficiente durante el ejercicio.

Efectos sobre la potencia

Cuando se valora la potencia de los miembros inferiores en sujetos jóvenes y sanos, sí aparece una tendencia positiva en algunos estudios, así como, una mejora significativa en cuanto a la altura del salto valorado (SJ y CMJ) en otros. Dichas mejoras, en algunos casos, son significativas cuando el entrenamiento

mediante vibraciones tiene una duración superior a 6 semanas.

Efectos sobre la velocidad

Parece ser que un entrenamiento WBV de 6 semanas produce beneficios en las características cinemáticas del rendimiento en la carrera de velocidad en sujetos que no compiten en dicha especialidad. Sin embargo, se necesitan más investigaciones para aclarar los efectos del entrenamiento WBV en características específicas de las carreras de velocidad como son, el tiempo de contacto, la fase excéntrica y concéntrica de tiempo de contacto y el tiempo de vuelo.

Efectos sobre el VO_2

Queda patente que a través del entrenamiento WBV con frecuencias que oscilan entre 18 y 45 Hz y amplitudes que oscilan entre 2 y 7,5 mm se incrementa el VO_2 . De forma que, éste incremento incide en un aumento del metabolismo energético.

Efectos sobre la flexibilidad

Parece que el entrenamiento WBV puede tener un efecto positivo adicional en la flexibilidad de los isquiotibiales cuando se combina con el método de contracción-relajación.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer al “Centro de Investigación en Alto Rendimiento Deportivo de la Universidad Católica San Antonio de Murcia. CIARD-UCAM” (Murcia, España) por su colaboración a lo largo de todo la revisión bibliográfica. No se recibió financiación alguna para este artículo.

Referencias

- Kholvadia A, Baard M. Whole body vibration improves body mass, flexibility and strength in priously sedentary adults. *SA-JSM*. 2012; 24(2): 60-64.
- Cochrane DJ, Sartor F, Winwood K, et al. A comparison of the physiologic effects of acute whole-body vibration exercise in young and older people. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008; 89(5): 815-821.
- Dolny DG, Reyes GF. Whole body vibration exercise: training and benefits. *Curr Sports Med Rep*. May-Jun 2008; 7(3): 152-157.
- Rehn B, Lidstrom J, Skoglund J, Lindstrom B. Effects on leg muscular performance from whole-body vibration exercise: a systematic review. *Scand J Med Sci Sports*. Feb 2007; 17(1): 2-11.
- Cardinale M, Pope MH. The effects of whole body vibration on humans: dangerous or advantageous? *Acta Physiol Hung*. 2003; 90(3): 195-206.
- Martinez-Pardo E, Romero-Arenas S, Alcaraz PE. Effects of different amplitudes (high vs. low) of whole-body vibration training in active adults. *J Strength Cond Res*. Jul 2013; 27(7): 1798-1806.
- Gilsanz V, Wren TA, Sanchez M, et al. Low-level, high-frequency mechanical signals enhance musculoskeletal development of young women with low BMD. *J Bone Miner Res*. Sep 2006; 21(9): 1464-1474.
- Lamont HS, Cramer JT, Bemben DA, et al. Effects of a 6-week periodized squat training with or without whole-body vibration upon short-term adaptations in squat strength and body composition. *J Strength Cond Res*. Jul 2011; 25(7): 1839-1848.
- Bosco C, Iacovelli M, Tsarpela O, et al. Hormonal responses to whole-body vibration in men. *Eur J Appl Physiol*. Apr 2000; 81(6): 449-454.
- Delecluse C, Roelants M, Verschueren S. Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Med Sci Sports Exerc*. Jun 2003; 35(6): 1033-1041.
- Jacobs PL, Burns P. Acute enhancement of lower-extremity dynamic strength and flexibility with whole-body vibration. *J Strength Cond Res*. Jan 2009; 23(1): 51-57.
- Roelants M, Delecluse C, Goris M, Verschueren S. Effects of 24 weeks of whole body vibration training on body composition and muscle strength in untrained females. *Int J Sports Med*. Jan 2004; 25(1): 1-5.
- Spiliopoulou SI, Amiridis IG, Tsiganos G, et al. Vibration effects on static balance and strength. *Int J Sports Med*. Sep 2010; 31(9): 610-616.
- Issurin VB, Liebermann DG, Tenenbaum G. Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility. *J Sports Sci*. Dec 1994; 12(6): 561-566.
- Lamont HS, Cramer JT, Bemben DA, et al. Effects of 6 weeks of periodized squat training with or without whole-body vibration on short-term adaptations in jump performance within recreationally resistance trained men. *J Strength Cond Res*. Nov 2008; 22(6): 1882-1893.
- Paradisis G, Zacharogiannis E. Effects of whole-body vibration training on sprint running kinematics and explosive strength performance. *Journal of Sport Science and Medicine*. 2007; 6: 44-49.
- Poston B, Holcomb WR, Guadagnoli MA, Linn LL. The acute effects of mechanical vibration on power output in the bench press. *J Strength Cond Res*. Feb 2007; 21(1): 199-203.
- Rønnestad BR. Comparing the performance-enhancing effects of squats on a vibration platform with conventional squats in recreationally resistance-trained men. *J Strength Cond Res*. Nov 2004; 18(4): 839-845.
- Torvinen S, Kannus P, Sievanen H, et al. Effect of four-month vertical whole body vibration on performance and balance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Sep 2002; 34(9): 1523-1528.
- Torvinen S, Kannus P, Sievanen H, et al. Effect of 8-month vertical whole body vibration on bone, muscle performance, and body balance: a randomized controlled study. *J Bone Miner Res*. May 2003; 18(5): 876-884.
- Viru A. Plasma hormones and physical exercise. *Int J Sports Med*. Apr 1992; 13(3): 201-209.
- Cardinale M, Erskine JA. Vibration training in elite sport: effective training solution or just another fad? *Int J Sports Physiol Perform*. Jun 2008; 3(2): 232-239.
- Kvorning T, Bagger M, Caserotti P, Madsen K. Effects of vibration and resistance training on neuromuscular and hormonal measures. *Eur J Appl Physiol*. Mar 2006; 96(5): 615-625.
- Goto K, Takamatsu K. Hormone and lipolytic responses to whole body vibration in young men. *Jpn J Physiol*. Oct 2005; 55(5): 279-284.
- Wilcock IM, Whatman C, Harris N, Keogh JW. Vibration training: could it enhance the strength, power, or speed of athletes? *J Strength Cond Res*. Mar 2009; 23(2): 593-603.
- Osawa Y, Oguma Y. Effects of resistance training with whole-body vibration on muscle fitness in untrained adults. *Scand J Med Sci Sports*. Feb 2013; 23(1): 84-95.

27. Carter DR, Caler WE, Spengler DM, Frankel VH. Fatigue behavior of adult cortical bone: the influence of mean strain and strain range. *Acta orthopaedica Scandinavica*. Oct 1981; 52(5): 481-490.
28. Milanese C, Piscitelli F, Simoni C, Zancanaro C. Mild chronic whole body vibration does not affect bone mineral mass or density in young females. *JHSE*. 2011; 6(2): 474-479.
29. Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, et al. American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc*. Feb 2009; 41(2): 459-471.
30. Cristi-Montero C, Cuevas MJ, Collado PS. Whole-body vibration training as complement to programs aimed at weight loss. *Nutr Hosp*. Sep-Oct 2013; 28(5): 1365-1371.
31. Prisyby RD, Lafage-Proust MH, Malaval L, et al. Effects of whole body vibration on the skeleton and other organ systems in man and animal models: what we know and what we need to know. *Ageing Res Rev*. Dec 2008; 7(4): 319-329.
32. Cardinale M, Bosco C. The use of vibration as an exercise intervention. *Exerc Sport Sci Rev*. Jan 2003; 31(1): 3-7.
33. Hazell TJ, Jakobi JM, Kenno KA. The effects of whole-body vibration on upper- and lower-body EMG during static and dynamic contractions. *Appl Physiol Nutr Metab*. Dec 2007; 32(6): 1156-1163.
34. Roelants M, Verschueren SM, Delecluse C, et al. Whole-body-vibration-induced increase in leg muscle activity during different squat exercises. *J Strength Cond Res*. Feb 2006; 20(1): 124-129.
35. Cronin JB, McNair PJ, Marshall RN. Force-velocity analysis of strength-training techniques and load: implications for training strategy and research. *J Strength Cond Res*. Feb 2003; 17(1): 148-155.
36. Jidovtseff B, Croisier J, Lhermerout C, et al. The concept of iso-inertial assessment: reproducibility analysis and descriptive data. *Isokinetic Exerc Sci*. 2006; 14: 53-62.
37. Jidovtseff B, Croisier J, Scimar N, et al. The ability of isoinertial assessment to monitor specific training effect. *J Sports Med Phys Fitness*. 2007; 47: 55-64.
38. Murphy AJ, Wilson GJ. The assessment of human dynamic muscular function: a comparison of isoinertial and isokinetic tests. *J Sports Med Phys Fitness*. Sep 1996; 36(3): 169-177.
39. Abernethy PJ, Jurimae J. Cross-sectional and longitudinal uses of isoinertial, isometric, and isokinetic dynamometry. *Med Sci Sports Exerc*. Sep 1996; 28(9): 1180-1187.
40. Esmailzadeh S, Akpinar M, Polat S, et al. Effects of 8-week whole-body vibration training on knee extensors strength in healthy young volunteers. *Osteoarthritis Cartilage*. 2015; 23:A392.
41. Artero EG, Espada-Fuentes JC, Arguelles-Cienfuegos J, et al. Effects of whole-body vibration and resistance training on knee extensors muscular performance. *Eur J Appl Physiol*. Apr 2012; 112(4): 1371-1378.
42. Marin PJ, Herrero AJ, Sainz N, et al. Effects of different magnitudes of whole-body vibration on arm muscular performance. *J Strength Cond Res*. Sep 2010; 24(9): 2506-2511.
43. Bosco C, Cardinale M, Tsarpela O. Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. Mar 1999; 79(4): 306-311.
44. Cochrane DJ, Hawke EJ. Effects of acute upper-body vibration on strength and power variables in climbers. *J Strength Cond Res*. May 2007; 21(2): 527-531.
45. Eider J, Muishchenko V, Tomiak T, et al. Effects of 8-week whole-body vibration training on knee extensors strength in healthy young volunteers. *Pol J Environ Stud*. 2011; 20(6): 1453-1464.
46. Elmantaser M, McMillan M, Smith K, et al. A comparison of the effect of two types of vibration exercise on the endocrine and musculoskeletal system. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. Sep 2012; 12(3): 144-154.
47. Rijkkelikhuijzen JM, de Ruiter CJ, Huijling PA, de Haan A. Low-frequency fatigue is fibre type related and most pronounced after eccentric activity in rat medial gastrocnemius muscle. *Pflugers Arch*. Nov 2003; 447(2): 239-246.
48. de Ruiter CJ, Van Raak SM, Schilperoort JV, et al. The effects of 11 weeks whole body vibration training on jump height, contractile properties and activation of human knee extensors. *Eur J Appl Physiol*. Nov 2003; 90(5-6): 595-600.
49. Blazevich T. Resistance training for sprinters (part 1): Theoretical considerations. *Strength Cond Coach*. 1997; 4(3): 1371-1378.
50. Blazevich T. Resistance training for sprinters (part 2): exercise suggestions. *Strength Cond Coach*. 2007; 5(1): 5-10.
51. Sheppard J. Improving the sprint start with strength and conditioning exercise. *Modern Athlete & Coach*. 2004; 42(4): 9-13.
52. Young WB, Benton D, Duthie G, Pryor J. Resistance Training for Short Sprints and Maximum-speed Sprints. *Strength Conditioning J*. 2001; 23(2): 7-13.
53. Murphy AJ, Lockie RG, Coutts AJ. Kinematic determinants of early acceleration in field sport athletes. *Journal of sports science & medicine*. Dec 2003; 2(4): 144-150.
54. Sarshin A, Mohammadi S, Khadam AR, Sarshin K. The effect of whole body vibration training on explosive power and speed in male non athlete students. *Phy Ed Sport*. 2010; 8(1): 81-88.
55. Cochrane DJ, Legg SJ, Hooker MJ. The short-term effect of whole-body vibration training on vertical jump, sprint, and agility performance. *J Strength Cond Res*. Nov 2004; 18(4): 828-832.
56. Cole K, Mahoney S. Effect of five weeks of whole body vibration training on speed, power, and flexibility. *Clinical Kinesiology*. 2010; 64(1): 1-7.
57. Hosseini SS, Rostamkhany H, Hashemi M, Jalili MA. A Comparison of the Effect of Whole-Body Vibration and Strength Training On Certain Physical Fitness Factors and Dynamic Balance in Students. *Middle-East Journal of Scientific Research*. 2012; 11(3): 336-341.
58. Rittweger J, Schiessl H, Felsenberg D. Oxygen uptake during whole-body vibration exercise: comparison with squatting as a slow voluntary movement. *Eur J Appl Physiol*. Dec 2001; 86(2): 169-173.
59. Rittweger J, Ehrig J, Just K, et al. Oxygen uptake in whole-body vibration exercise: influence of vibration frequency, amplitude, and external load. *Int J Sports Med*. Aug 2002; 23(6): 428-432.
60. Hazell TJ, Lemon PW. Synchronous whole-body vibration increases VO(2) during and following acute exercise. *Eur J Appl Physiol*. Feb 2012; 112(2): 413-420.
61. van den Tillaar R. Will whole-body vibration training help increase the range of motion of the hamstrings? *J Strength Cond Res*. Feb 2006; 20(1): 192-196.



Revisión

Efecto de las dietas bajas en carbohidratos sobre la pérdida de peso y hemoglobina glucosilada en personas con diabetes tipo 2: revisión sistemática

Gloria Hernández Alcántara, Arturo Jiménez Cruz y Montserrat Bacardí Gascón

Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Medicina y Psicología, Mexico.

Resumen

Introducción: algunos expertos señalan que las dietas bajas en carbohidratos (DBC) son más efectivas para la reducción de peso y el control glucémico. Sin embargo, los resultados a largo plazo son controversiales.

Objetivo: realizar una revisión y análisis de estudios aleatorizados que estudien el efecto de la DBC sobre el control metabólico en individuos con diabetes tipo 2 en un periodo igual o superior a 10 meses.

Métodos: se realizó una revisión de estudios aleatorizados controlados publicados en PubMed, EBSCOhost y Scielo hasta el 15 de mayo del 2015. Se buscaron estudios publicados en inglés y español, utilizando los términos de búsqueda: “diabetes mellitus” AND “carbohydrate restricted diet” OR “restricted carbohydrate diet” OR “low carbohydrate diet” AND “weight loss”.

Resultados: cuatro estudios cumplieron con los criterios de inclusión. El número de participantes fue de 444 individuos, el rango de edad fue de 18 a 70 años. El tiempo de seguimiento osciló entre los 10 y 24 meses. Tres de los cuatro estudios reportaron una reducción de peso con la DBC. Al compararlos con otras dietas no se observaron diferencias significativas en la pérdida de peso ni en los niveles de A1C.

Conclusiones: esta revisión muestra que en tres de los cuatro estudios las DBC son efectivas para la pérdida de peso en un periodo de 10 a 24 meses. Sin embargo, no existen evidencias que demuestren mayor efectividad para la pérdida de peso o la reducción de A1C, cuando se comparan con otras dietas.

(Nutr Hosp. 2015;32:1960-1966)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9695

Palabras clave: Diabetes mellitus. Dietas bajas en carbohidratos. Control metabólico.

EFFECT OF LOW CARBOHYDRATE DIETS ON WEIGHT LOSS AND GLYCOSILATED HEMOGLOBIN IN PEOPLE WITH TYPE 2 DIABETES: SYSTEMATIC REVIEW

Abstract

Introduction: some experts have suggested out that low carbohydrate diets (LCD) are more effective for weight loss and glycemic control. However, long term results are controversial.

Objective: to review and analyze randomized control studies that evaluate the effect of LCD on weight and metabolic control in individuals with type 2 diabetes for a period equal to or greater than 10 months.

Methods: a systematic review was conducted on randomized trials registered in PubMed, EBSCOhost and Scielo to May 15th 2015, published in English and Spanish, with the following search data: “diabetes mellitus” AND “carbohydrate restricted diet” OR “restricted carbohydrate diet” OR “low carbohydrate diet” AND “weight loss”.

Results: four studies met the inclusion criteria. There were 444 participants between 18-70yo. Follow-up time ranged between 10 to 24 months. Three out of the four studies reported weight reduction with LCD. However, when LCD were compared with other diets no significant differences in weight loss or A1C levels were observed.

Conclusions: this review showed that three of four studies on the LCD were effective for weight loss over a period of 10 to 24 months. However, there was no evidence showing better results than those observed with other diets. Nor, difference in A1C.

(Nutr Hosp. 2015;32:1960-1966)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9695

Key words: Diabetes mellitus. Low carbohydrate diet. Metabolica control.

Correspondencia: Montserrat Bacardí Gascón.
Av. Tecnológico 14418, Av. Universidad.
Unidad Universitaria. Tijuana 22390.
E-mail: montserrat.bacardi@uabc.edu.mx

Recibido: 28-VII-2015.
Aceptado: 17-VIII-2015.

Introducción

La prevalencia de la diabetes mellitus (DM) en el entorno mundial se estima en 347 millones de personas, y se calcula que esta cifra se doblará para el 2030. En el 2012 se estimó que 1.5 millones de muertes fueron causadas directamente por DM y que más del 80% de estas muertes ocurren en países de bajo y mediano desarrollo. La Organización Mundial de la Salud (OMS) en el 2002 realizó un listado de las principales causas de muerte, y consideró que para el 2030 la DM ocupará el lugar número siete¹⁻³.

El aumento de DM tipo 2 está vinculado a factores genéticos, epigenéticos, cambios en el estilo de vida, como las dietas hipercalóricas y reducción de la actividad física⁴. La Asociación Americana de Diabetes (ADA por sus siglas en inglés) y otras organizaciones internacionales recomiendan que las personas con diagnóstico reciente deben ser tratados con medicamentos y cambios en el estilo de vida, principalmente de la dieta y la actividad física^{5,6}. Han demostrado beneficios varios tipos de cambios en los patrones alimenticios, entre ellos la reducción de riesgos cardiovasculares y el aumento en la sensibilidad a la insulina, mediante las dietas bajas en carbohidratos (DBC), bajas en grasa (DBG), dietas veganas y la dieta mediterránea⁵.

Existen algunas evidencias que demuestran los beneficios de las intervenciones mediante cambios en el estilo de vida (dieta y actividad física), entre las cuales se han destacado la reducción de la incidencia de DM y la disminución de los riesgos cardiovasculares⁷⁻⁹. En tres estudios de intervención con dieta (reducción de la grasa y un aumento en el consumo de vegetales) y ejercicio a largo plazo se observó una reducción en la incidencia de DM: en uno de los estudios, realizado en China, mediante una intervención activa durante 6 años, se observó una reducción del 43% en la incidencia después de un seguimiento de 20 años¹⁰; en otro estudio realizado en Finlandia, mediante una intervención activa durante cuatro años y con un seguimiento de 7 años, se observó un 43% de reducción⁷ y en un estudio realizado en Estados Unidos, mediante una intervención de cuatro años se observó una reducción del 34% después de 10 años¹¹.

Las DBC han demostrado tener un efecto benéfico sobre la pérdida de peso y mejoría en los factores de riesgo cardiovasculares en estudios a corto plazo; sin embargo los resultados a largo plazo sobre la eficacia y seguridad, han sido controversiales e insuficientes^{12,13}. Las DBC han sido definidas de manera heterogénea. Una de las mejores aproximaciones es la definición Feinman et al. (2015), quienes las consideran como dietas con <130 g/d de carbohidratos o <26% de energía total de carbohidratos; además consideran que las dietas cetogénicas bajas en carbohidratos deben tener un consumo de 20–50 g/d o <10% de una dieta de 2000 kcal/d¹⁴.

Sin embargo, en diversos estudios se utilizan DBC pero las cantidades reales de carbohidratos que usan y las que los pacientes reportan consumir son muy variables. Lo que podría explicar la heterogeneidad de los resultados.

En la revisión sistemática realizada por Castañeda-González et al., en 2011¹⁵ se analizaron ocho estudios aleatorizados. En cinco estudios se observó una mayor reducción de peso con las DBC, pero solamente en uno reportaron diferencias estadísticas significativas. En dos estudios se observó una mayor reducción en A1C, incluyendo el estudio de mayor tiempo de intervención. Sin embargo, los resultados de los estudios analizados no fueron consistentes. La revisión de Castañeda-González et al. (2011), incluyó estudios hasta el 1° de enero del 2010, con un seguimiento igual o mayor a tres meses. Debido a que no hemos encontrado estudios que evalúen exclusivamente las DBC y con DBC exclusivamente con <130 g/d de carbohidratos, y con una observación mayor de 10 meses, el objetivo de esta revisión es analizar estudios aleatorizados publicados en inglés o español, en las bases de datos de PubMed, EBSCOhost y Scielo, hasta 15 de mayo del 2015, sobre el efecto de la DBC (<130 g/d) sobre el peso corporal y el control metabólico de la DM después de un periodo igual o mayor a 10 meses.

Métodos

Se realizó una búsqueda sistemática de publicaciones sobre estudios aleatorizados controlados publicados en PubMed, EBSCOhost y Scielo hasta el 15 de mayo del 2015. Se buscaron estudios publicados en inglés y español, utilizando los términos de búsqueda: (“diabetes mellitus”) AND (“carbohydrate restricted diet”) OR (“restricted carbohydrate diet”) OR (“low carbohydrate diet”) AND (“weight loss”).

Criterios de Inclusión

Estudios aleatorizados realizados en individuos mayores 18 años, con DM tipo 2, con DBC con un consumo máximo de carbohidratos de 130 g/d, que reportaran el registro de la dieta, del peso y de la hemoglobina glucosilada (A1C) basal y final y con una duración del seguimiento $\geq$ a 10 meses.

Criterios de exclusión

Sujetos con tratamiento farmacológico para bajar de peso. Estudios que no reportaran las calorías ingeridas, la cantidad de carbohidratos y el porcentaje de carbohidratos por día y estudios que reportaran durante la intervención un consumo de carbohidratos mayor de 130 g/d.

Búsqueda

En la búsqueda electrónica inicial se encontraron 242 estudios potencialmente relevantes, 216 fueron descartados por no cumplir los criterios de inclusión (Fig. 1): >10 meses, publicaciones en inglés o español, estudios aleatorizados, mayores de 18 años, humanos, diabetes mellitus tipo 2, dieta restringida en carbohidratos. De los 26 estudios restantes solo quedaron 4 estudios que cumplían con los siguientes criterios: dieta con menos de 130 g/d de carbohidratos, reporte de registro de dieta, de peso y de A1C.

Datos y variables de medición

Se registraron los siguientes datos de cada estudio: número de participantes, edad, tiempo de la intervención, cantidad total de carbohidratos de la dieta, calorías totales por día, cambio de peso, A1C y los marcadores metabólicos reportados (colesterol total, lipoproteínas de alta y baja densidad y de triglicéridos).

Calidad de los estudios

La calidad de los estudios individuales y la calidad de la evidencia se evaluó mediante los criterios de GRADE¹⁶⁻¹⁸.

Los artículos fueron analizados por separado por dos investigadores (GHA y MBG). Los desacuerdos o inconsistencias se resolvieron por consenso. Posteriormente, un último análisis se llevó a cabo por un tercer investigador (AJC) resolviendo los desacuerdos restantes.

Resultados

Cuatro estudios cumplieron con los criterios de inclusión, el número de participantes en total fue de 444

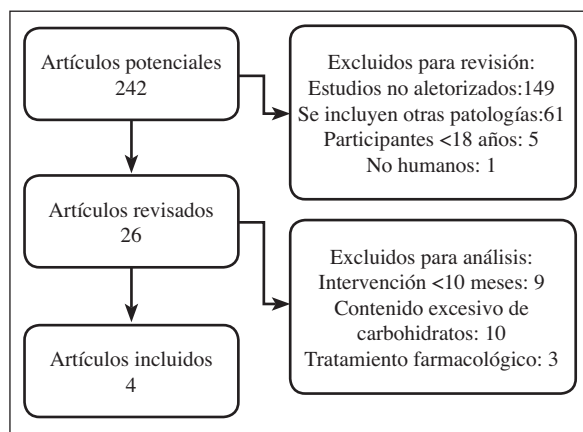


Fig. 1.—Diagrama de flujo de la selección de estudios.

individuos, el rango de edad fue de 18 a 70 años de ambos sexos. Tres estudios fueron realizados en Estados Unidos y uno en Suecia. El tiempo de seguimiento osciló entre los 10 y 24 meses.

Tres estudios reportaron el método de aleatorización y el poder estadístico; dos estudios reportaron el método de enmascaramiento de la asignación; todos los estudios describieron la tasa de deserción y reportaron análisis de intención de tratar y tres de los estudios tienen registro clínico.

Las intervenciones incluían la comparación de DBC contra DBG^{19,20}, contra dieta convencional (DC)²¹ y dieta cetogénica baja en carbohidratos (DCBC) contra DBG²². En la Tabla I se muestran las diferencias entre las dietas de los resultados.

Cambios de Peso

En el estudio realizado por Stern et al.,²¹ el grupo de DBC reportó un consumo menor como promedio a 120 g/d, pero el porcentaje en relación a las calorías fue de aproximadamente un 33%. Aunque los sujetos del grupo de intervención disminuyeron dos kilogramos más que los del control, al finalizar la intervención, esta diferencia no fue significativa ($p=0.063$). Además no se observaron diferencias significativas pre-post intervención en las dos dietas.

En el estudio de Davis et al.,²⁰ el grupo de DBC reportó al final del estudio aproximadamente 137 g/d (33% de las calorías a partir de carbohidratos). Se observó una reducción del 3.4% pre-post intervención en ambos grupos ($P=0.005$). Estas diferencias se observaron entre todos los puntos de medición (3, 6 y 12 meses), la pérdida de peso fue más rápida en la DBC que en la DBG ($p=0.005$). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas de pérdida de peso entre los grupos, al final del estudio.

En el estudio realizado por Yancy et al.,²² el grupo de DBC cetogénica reportó un consumo promedio de carbohidratos de más de 60 g/d y el porcentaje de calorías a partir de los carbohidratos fue aproximadamente el 15%. La proporción de sujetos con cuerpos cetónicos en la orina fue disminuyendo hasta el 13% a las 48 semanas de dieta. Este estudio ha sido el que reportó al final del estudio consumos más bajos de carbohidratos. Se observó una reducción estadísticamente significativa pre-post intervención en los dos grupos con una pérdida de peso de 11.4 y 9.6 entre la DCBC y la DBC, respectivamente. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos.

En el estudio realizado por Gudlbrand et al.¹⁹ al final del estudio los pacientes de ambos grupos disminuyeron el consumo de calorías y el grupo de DBC disminuyó el consumo de carbohidratos de 41% a 31% ($p<0.001$). Se observó en el grupo de DBG una pérdida de -2.97 ± 4.9 kg ($p=0.002$) y en la DBC fue de -2.34 ± 5.1 kg, ($p=0.02$), pero no se observaron diferencias significativas entre grupos de tratamiento.

Tabla I
Características de los estudios

Fuente	N	Edad (a)	TI (m)	Tipo de dieta	Consumo reportado al inicio de la intervención CHO/día en g y en % (g)	Consumo reportado al final de la intervención Kcal/día	Pérdida de peso pre-post kg (%)	Pérdida de peso entre grupos kg (p)	Cambio de A1C pre-post (%) (p)	Cambio de A1C entre grupos (%) (p)	Retención (%)
Stern et al. (21)	132 OB 83% DMt2	>18	12	DBC	120 (33)	1462±776	-5.1 ± 8.7 (3.9) (p=0.2)	-2.0 (p=0.063)	-0.7±0.1 (p=0.10)	-0.6 (NS)	69
				DC	230 (51)	1822±1008	-3.1 ± 8.4 (2.4) (p=0.2)		-0.1±1.6 (p=0.10)		63
Davis et al. (20)	105 OW	>18	12	DBC	137 (33)	1642 ± 600	-3.1 (3.4) (p=0.005)	0 (NS)	-0.02±0.9 (p=0.71)	0.22 (NS)	81
				DBG	226 (50)	1810 ± 593	-3.1 (3.4) (p=0.005)		0.24±1.4 (p=0.71)		81
Yancy et al. (22)	146 OW 31% DMt2	18-70	11	DCBC	64 (15)	1698 ± 633	-11.4 (9.5) (p=<0.05)	-1.75 (p=0.4)	-0.3	-0.24 (0.10)	72
				DBG + orlistat	47.5 (186±109)	1566 ± 777	-9.6 (8.5) (p=<0.05)		-0.06		82
Guldbbrand et al. (19)	61 OW	>18	24	DBC	97 (31)	1250 ± 430	-2 (2.19) (p=0.02)	-0.9 (p=0.33)	-0.1±0 (p=0.98)	1.9 (p=0.76)	67
				DBG	171 (47)	1459 ± 45	-2.9 (2.9) (p=0.002)		2±0.2 (p=0.29)		87

N; número de sujetos; TI, tiempo de intervención; DMt2, diabetes mellitus tipo 2; DBC, dieta baja en carbohidratos; DC, dieta convencional; DBG, dieta baja en grasas; DCBC, dieta cetogénica baja en carbohidratos; CHO, carbohidratos; NS, no significativo.

El estudio realizado por Stern et al. (2004)²¹, en el grupo que presentaba diabetes (n=54) se observó una reducción significativa de A1C en el grupo con DBC después de ajustarse por el cambio de peso, sin embargo con el análisis de intención de tratar esta diferencia no se mantuvo. El porcentaje de reducción de A1C en los dos grupos fue de -0.7% en la DBC y de -0.1% en la DC.

En el estudio de Davis et al. (2009)²⁰, no se observaron diferencias significativas en la reducción de A1C pre-post intervención, los cambios al final de la intervención en la DBC y la DBG fueron de -0.02 ± 0.89 y 0.24 ± 1.4 respectivamente. No se observaron diferencias entre grupos de tratamiento.

En el estudio realizado por Yancy et al. (2010)²² se observó ligera reducción, no significativa, en el porcentaje de A1C en los dos grupos, de -0.30% en la DBCC y de -0.06% en la DBG, aunque no se hizo un análisis por separado de los participantes que tenían DM tipo 2.

En el estudio realizado por Gudlbrand et al. (2012)¹⁹ se observó reducción en la A1C durante los primeros 6 meses, pero al final de la intervención no se observó reducción en ninguno de los grupos.

Valores lipídicos

En el estudio de Stern et al.²¹, se observó una reducción en los triglicéridos en el grupo de DBC ($p=0.044$) y en los valores de HDL ($p=0.025$).

En el estudio de Davis et al.²⁰, no se observaron diferencias significativas en los niveles de colesterol total y de triglicéridos entre grupos. Se observó un aumento significativo en HDL en el grupo con DBC (0.16 ± 0.27) al compararlo con el grupo de DBG (0.06 ± 0.21) ($P=0.002$).

En el estudio de Yancy et al.²², se observó una mejoría en los niveles de triglicéridos y HDL en el grupo de DBCC pero no se observó diferencia significativa entre los grupos de tratamiento. También en el estudio de Gudlbrand et al.¹⁹, se observó un aumento significativo de HDL en la DBC, sin diferencia estadística significativa.

Discusión

En esta revisión se observó que la pérdida de peso con la DBC osciló entre los -2.0 kg con una dieta con 97g/día de carbohidratos a los 24 meses y -11.4 kg con una dieta de 62g/día de carbohidratos a los 11 meses, lo que representó una pérdida del 2.2-9.6% del peso corporal inicial. Mientras que la pérdida de peso con las dietas convencionales oscilaron de 2.19 con una dieta con 171g a los 24 meses y 9.6kg con una dieta con 186g/d de carbohidratos más Orlistat a los 11 meses. Aunque se observaron diferencias significati-

vas en el análisis pre y post test en tres de los cuatro estudios, en ninguno se observaron diferencias significativas entre grupos. Estos resultados son consistentes con revisiones publicadas previamente, en los que se ha reportado, con la DBC una mayor pérdida de peso a corto plazo, pero sin diferencias estadísticamente significativas a largo plazo^{13,23-25}. Tampoco se pudo observar ningún efecto significativo sobre los niveles de A1C (Tabla I).

Las DBC han sido estudiadas y se conoce muy bien su mecanismo de acción en el metabolismo para bajar de peso. Cuando una dieta se basa principalmente en carbohidratos, el cuerpo los utiliza como su principal fuente de energía. Al existir una carencia de carbohidratos el organismo recurre a su segunda fuente que son las grasas. Al tener un déficit de glucosa disponible en el organismo se activa un incremento en la oxidación de los ácidos grasos en el hígado lo que resulta en la producción de cuerpos cetónicos, los cuales se convierten en una fuente de combustible para el organismo y como consecuencia existe una pérdida de peso²⁶⁻²⁷. También se han observado beneficios en la prevención y tratamiento de la DM tipo 2 ya que se ve una mejoría en el perfil glucémico, en la sensibilidad a la insulina y en los niveles de A1C²⁷⁻³¹; sin embargo, como se reporta en estos estudios, esa mejoría no se sostiene a largo plazo.

En estas dietas se ha observado una adherencia o cumplimiento que depende de la motivación del paciente para perder peso y de las características del plan dietético que se les proporcione^{26,27}, en algunos estudios se han reportado tasas de deserción elevadas y efectos adversos en individuos que siguieron una DBC, como deshidratación, dolores de cabeza, problemas gastrointestinales, hipoglicemia, entre otros²⁷. En la revisión se pudo observar que las tasas de retención en los estudios revisados fueron relativamente adecuadas, de 66-100%. Además la variabilidad en la cantidad de carbohidratos recomendados en los diferentes estudios y la falta de seguimiento sobre el cumplimiento de la dieta genera resultados aparentemente positivos cuando no se hacen comparaciones homogéneas en el consumo de carbohidratos y el tiempo de observación.

De acuerdo a los estudios analizados no hay evidencias en un período mayor de 10 meses, que demuestren que las DBC son más eficaces para perder peso y/o el control metabólico de las personas con diabetes.

Es interesante la revisión sistemática y meta-análisis realizados por Ájala et. al.³², en la cual se incluyeron 20 estudios que incluían DBC, dieta de bajo índice glicémico, dieta mediterránea y dieta alta en proteína. en todos los estudios analizados se observó una disminución de A1C de -0.12% ($P=0.04$) en DBC, de -0.14% ($P=0.008$) en dietas con bajo índice glicémico, de -0.47% ($P<0.00001$) en dieta mediterránea, y de -0.28% ($P<0.00001$) en dietas elevadas en proteína al compararlas con sus respectivas dietas control. Los autores concluyeron estas dietas son efectivas para mejorar diversos marcadores de riesgo cardiovascular en

personas con DM y por lo tanto que deberían ser consideradas para el tratamiento de la DM. En la revisión de Ájala et. al.³² se incluyen varios estudios a largo plazo, considerados como dietas bajas en carbohidratos; sin embargo, el consumo fue superior a 130g de carbohidratos; 7 de los estudios^{20-22,33-36}, no reportaron diferencias significativas entre los grupos de intervención en pérdida de peso ni en A1C, solo un estudio reportó una diferencia significativa en la pérdida de peso -1.2, $P<0.001$ y de A1C -0.6% $p<0.001$ ³⁷.

En la revisión de Bueno et. al.³⁸ se compararon las DCBC contra DBG a largo plazo sobre la pérdida de peso y se realizó un meta-análisis donde se incluyeron 13 estudios en los cuales se observó una importante pérdida de peso durante los primeros meses de intervención pero no se encontraron diferencias significativas entre los grupos, lo que es consistente con otras revisiones^{23,24}.

Entre las debilidades que se presentaron en esta revisión está el número limitado de bases de datos consultadas, el bajo número de estudios, la no inclusión de estudios en todos los idiomas, y la falta de un adecuado seguimiento de la adherencia del contenido de carbohidratos en las dietas durante todo el período de observación.

Entre las fortalezas del estudio se puede señalar el método de evaluación de la calidad de los estudios, la evaluación del consumo de los carbohidratos al final del estudio, y que se incluyeron trabajos de observación que fue de 11 a 24 meses. En conclusión, esta revisión muestra que en tres de cuatro estudios las DBC son efectivas para la pérdida de peso en un período de 10 a 24 meses; sin embargo, no existe evidencias que demuestren diferencias en la pérdida de peso al compararlas con otras dietas. Tampoco se observaron evidencias sobre el efecto de las DBC sobre la reducción de A1C. Las evidencias que demuestran, que los resultados sobre la pérdida de peso y el control glicémico de las personas con diabetes tipo 2, no son diferentes, son bajas a moderadas.

Referencias

1. International Diabetes Federation. *IDF Diabetes Atlas, 6th edn*. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation, 2013. Disponible en: <http://www.idf.org/diabetesatlas> ingresado el 8 de enero del 2015.
2. World Health Organization. *Global Health Estimates: Deaths by Cause, Age, Sex and Country, 2000-2012*. Geneva, WHO, 2014. Disponible en: http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GlobalCOD_method_2000_2012.pdf?ua=1 Ingresado el 18 de mayo del 2015.
3. Mathers CD, Loncar D. Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030. *PLoS Medicine*. 2006; 3(11):e442.
4. Ezzati M, Riboli E. Behavioral and dietary risk factors for non-communicable diseases. *N Engl J Med*. 2013; 369:954-964.
5. American Diabetes Association. Foundations of care: education, nutrition, physical activity, smoking cessation, psychosocial care, and immunization. Sec. 4. In *Standards of Medical Care in Diabetes, 2015*. *Diabetes Care* 2015; 38(Suppl. 1):S20-S30.

6. Nathan DM, Buse JB, Davidson MB, et al. Medical Management of Hyperglycemia in Type 2 Diabetes: A Consensus Algorithm for the Initiation and Adjustment of Therapy: A consensus statement of the American Diabetes Association and the European Association for the Study of Diabetes. *Diabetes Care*. 2009; 32(1):193-203.
7. Lindström J, Ilanne-Parikka P, Peltonen M, et al.; Finnish Diabetes Prevention Study Group. Sustained reduction in the incidence of type 2 diabetes by lifestyle intervention: follow-up of the Finnish Diabetes Prevention Study. *Lancet* 2006; 368:1673-1679.
8. Esposito K, Kastorini CM, Panagiotakos DB, Giugliano D. Prevention of Type 2 Diabetes by Dietary Patterns: A Systematic Review of Prospective Studies and Meta-Analysis. *Metabolic Syndrome and Related Disorders*. 2010; 8(6):471-476.
9. American Diabetes Association. Prevention or delay of type 2 diabetes. Sec. 5. In *Standards of Medical Care in Diabetes d 2015*. *Diabetes Care* 2015; 38 (Suppl. 1):S31-S32.
10. Li G, Zhang P, Wang J, et al. The long-term effect of lifestyle interventions to prevent diabetes in the China Da Qing Diabetes Prevention Study: a 20-year follow-up study. *Lancet*. 2008; 371:1783-1789.
11. Knowler WC, Fowler SE, Hamman RF, et al.; Diabetes Prevention Program Research Group. 10-year follow-up of diabetes incidence and weight loss in the Diabetes Prevention Program Outcomes Study. *Lancet*. 2009; 374:1677-1686.
12. Bravata DM, Sanders L, Huang J et al. Efficacy and safety of low-carbohydrate diets: a systematic review. *J Am Med Assoc*. 2003; 289: 1837-1850.
13. Santos FL, Esteves SS, da Costa Pereira A, Yanca Jr WS, Nunes JPL. Systematic review and meta-analysis of clinical trials of the effects of low carbohydrate diets on cardiovascular risk factors. *Obes Rev*. 2012; 13:1048-1066.
14. Feinman RD, Pogozelski WK, et al.; Dietary carbohydrate restriction as the first approach in diabetes management: Critical review and evidence base. *Nutrition*. 2015; 31(1):1-13.
15. Castañeda-González LM, Bacardí Gascón M, Jiménez Cruz A. Effects of low carbohydrate diets on weight and glycemic control among type 2 diabetes individuals: a systemic review of RCT greater than 12 weeks. *Nutr Hosp*. 2011; 26(6):1270-1276.
16. Balshem H, Helfand M, Schünemann HJ, Oxman AD, et al.; "GRADE guidelines: 3. Rating the quality of evidence,". *J Clin Epidemiol*. 2011; 64:401-406.
17. Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, Kunz R, Brozek J, Alonso-Coello, et al.; "GRADE guidelines: 4. Rating the quality of evidenced study limitations (risk of bias)." *J Clin Epidemiol*. 2011; 64:407-415.
18. Guyatt GH, Oxman AD, Kunz R, Brozek J, Alonso-Coello P, Rind D, et al.; GRADE guidelines: 6. Rating the quality of evidenced imprecision (random error). *J Clin Epidemiol*. 2011 (12):1283-93.
19. Guldbrand H, Dizdar B, Bunjaku B, Lindström T, et al.; In type 2 diabetes, randomisation to advice to follow a low-carbohydrate diet transiently improves glycaemic control compared with advice to follow a low-fat diet producing a similar weight loss. *Diabetologia*. 2012; 55:2118-2127.
20. Davis NJ, Tomuta N, Schetcher C, et al.; Comparative study of the effects of a 1-year dietary intervention of a low-carbohydrate diet versus a low-fat diet on weight and glycemic control in type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2009; 32:1147-1152.
21. Stern L, Iqbal N, Seshadri P, et al. The effects of low-carbohydrate versus conventional weight loss diets in severely obese adults: one-year follow-up of a randomized trial. *Ann Intern Med*. 2004; 140:778-785.
22. Yancy WS, Westman EC, McDuffie JR, et al.; A randomized trial of a low-carbohydrate diet vs Orlistat plus a low-fat diet for weight loss. *Arch Intern Med*. 2010; 170(2):136-145.
23. Nordmann AJ, Nordmann A, Briel M, et al. Effects of low-carbohydrate vs low-fat diets on weight loss and cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Arch Intern Med*. 2006; 166:285-293.

24. Hession M, Rolland C, Kulkarni U, et al. Systematic review of randomized controlled trials of low-carbohydrate vs. low-fat/low-calorie diets in the management of obesity and its comorbidities. *Obes Rev*. 2009; 10: 36–50.
25. Esposito K, Kastorini CM, Panagiotakos DB, Giuliano D. Prevention of type 2 diabetes by dietary patterns: a systematic review of prospective studies and meta-analysis. *Metab Syndr Relat Disord* 2010; 8:143–150.
26. Pérez B, Cano I, Ballesteros M, Aguado R. Dietas bajas en hidratos de carbono frente a dietas bajas en grasas. *Rev Endocrinol Esp*. 2006; 53(3):209-217.
27. Adam-Perrot A, Clifton P, Brouns F. Low-carbohydrate diets: nutritional and physiological aspects. *Obes Rev* 2006; 7:49-58.
28. Gannon MC, Nuttall FQ. Effect of a high-protein, low carbohydrate diet on blood glucose control in people with type 2 diabetes. *Diabetes*. 2004; 53: 2375-2382.
29. Nuttall FQ, Gannon MC. The metabolic response to a high-protein, low-carbohydrate diet in men with type 2 diabetes mellitus. *Metabolism*. 2006; 55: 243-251.
30. Boden G, Sargrad K, Homko C, Mozzoli M, Stein TP, et al. Effect of a low-carbohydrate diet on appetite, blood glucose levels, and insulin resistance in obese patients with type 2 diabetes. *Ann Intern Med*. 2005; 142:403-411
31. Pérez-guisado J. Las dietas cetogénicas: beneficios adicionales a la pérdida de peso y efectos secundarios infundados. *Arch Latinoam Nutr*. 2008; 58:323–329.
32. Ajala O, English P, Pinkney J. Systematic review and meta-analysis of different dietary approaches to the management of type 2 diabetes. *Am J Clin Nutr*. 2013;97:505–16.
33. Esposito K, Maiorino MI, Ciotola M, Di Palo C, Scognamiglio P, Gicchino M, Petrizzo M, Saccomanno F, Beneduce F, Ceriello A, et al. Effects of a Mediterranean-style diet on the need for antihyperglycemic drug therapy in patients with newly diagnosed type 2 diabetes: a randomized trial. *Ann Intern Med* 2009;151:306–14.
34. Elhayany A, Lustman A, Abel R, Attal-Singer J, Vinker S. A low carbohydrate Mediterranean diet improves cardiovascular risk factors and diabetes control among overweight patients with type 2 diabetes mellitus: a 1-year prospective randomized intervention study. *Diabetes Obes Metab* 2010;12:204–9.
35. Wolever TM, Gibbs AL, Mehling C, Chiasson JL, Connelly PW, Josse RG, Leiter LA, Maheux P, Rabasa-Lhoret R, Rodger NW, et al. The Canadian Trial of Carbohydrates in Diabetes (CCD), a 1-y controlled trial of low-glycemic-index dietary carbohydrate in type 2 diabetes: no effect on glycated hemoglobin but reduction in C-reactive protein. *Am J Clin Nutr* 2008;87:114–25.
36. Iqbal N, Vetter ML, Moore RH, Chittams JL, Dalton-Bakes CV, Dowd M, Williams-Smith C, Cardillo S, Wadden TA. Effects of a low-intensity intervention that prescribed a low-carbohydrate vs. a low-fat diet in obese. *Obesity (Silver Spring)* 2010;18:1733–8.
37. Haimoto H, Iwata M, Wakai K, Umegaki H. Long-term effects of a diet loosely restricting carbohydrates on HbA1c levels, BMI and tapering of sulfonylureas in type 2 diabetes: a 2-year follow-up study. *Diabetes Res Clin Pract* 2008;79:350–6.
38. Bueno NB, de Melo IS, de Oliveira SL, et al. Very-low-carbohydrate ketogenic diet v. low-fat diet for long-term weight loss: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Nutr*. 2013;110,1178-1187.



Revisión

Efectos del método Pilates sobre la extensibilidad isquiosural, la inclinación pélvica y la flexión del tronco

Raquel Vaquero Cristóbal^{1,2}, Pedro A. López Miñarro³, Fernando Alacid Cárceles² y Francisco Esparza Ros¹

¹ Cátedra de Traumatología del Deporte. Universidad Católica de Murcia, Murcia. ² Facultad de Deporte. Universidad Católica de Murcia, Murcia. ³ Facultad de Educación. Universidad de Murcia (Murcia), España.

Resumen

Introducción: el Pilates engloba un gran volumen de ejercicios de estiramiento de la musculatura isquiosural y de flexión máxima del tronco con rodillas extendidas.

Objetivo: realizar una revisión sistemática sobre los efectos de la práctica de Pilates y de un período de desentrenamiento sobre la flexibilidad isquiosural, la inclinación pélvica y la flexión del tronco en flexión máxima del tronco con rodillas extendidas.

Metodología: se analizaron todos los diseños experimentales o cuasi-experimentales redactados en inglés, español o portugués incluidos en las siguientes bases de datos: Pubmed, Sports Discus, ISI Web of Knowledge, Dialnet y Research Gate.

Resultados y discusión: fueron analizados veintinueve artículos. La mayoría utilizaron un diseño de pre-test-post-test con grupo control, siendo heterogéneos los programas de intervención aplicados. La muestra estaba compuesta principalmente por mujeres, jóvenes y mayores. Se encontró que la práctica de Pilates, con diferente volumen, incrementaba significativamente la extensibilidad isquiosural y la inclinación pélvica en flexión máxima del tronco. Para obtener una mayor inclinación del tronco fueron necesarios, al menos, tres días de entrenamiento semanal durante seis semanas. En los estudios que incluyen poblaciones de deportistas los resultados son contradictorios. Con el desentrenamiento se produce una disminución de la extensibilidad isquiosural y la flexión del tronco a partir de la segunda semana.

Conclusiones: existen moderadas evidencias de que el Pilates es efectivo para aumentar la extensibilidad isquiosural, la inclinación pélvica y el grado de flexión del

THE EFFECTS OF THE PILATES METHOD ON HAMSTRING EXTENSIBILITY, PELVIC TILT AND TRUNK FLEXION

Abstract

Introduction: Pilates includes a high volume of hamstring stretching and maximal trunk flexion with knees extended exercises.

Objective: to perform a systematic review about Pilates practice effects and a detraining period on hamstring extensibility, pelvic tilt and trunk flexion in maximal trunk flexion with knees extended.

Method: it was analysed all the experimental or quasi-experimental designs written in English, Spanish or Portuguese and included in the following databases: Pubmed, Sports Discus, ISI Web of Knowledge, Dialnet and Research Gate.

Results and discussion: twenty-one papers were analysed. Most of them used a pre-test-post-test design with control group. The intervention programs applied were heterogeneous. Samples were composed mainly of women, both young and old. It was found that the Pilates practice, with different volume, significantly increased hamstring muscle extensibility and pelvic tilt in maximal trunk flexion. At least three training sessions per week during six weeks were necessary in order to obtain a high trunk inclination. Studies which involved athletes showed contradictory results. By inducing a detraining period it was noticed a decrease in hamstring extensibility and trunk flexion from the second week.

Conclusions: there is a moderate evidence that Pilates is an effective method to increase hamstring extensibility, pelvic tilt and the degree of trunk flexion in maximal

Correspondencia: Raquel Vaquero-Cristóbal.
Cátedra de Traumatología del Deporte.
Universidad Católica de Murcia.
Campus de los Jerónimos, n.º135.
CP: 30107. Guadalupe (Murcia), España.
E-mail: rvaquero@ucam.edu

Recibido: 30-VII-2015.
Aceptado: 17-VIII-2015.

tronco en posiciones de flexión máxima en poblaciones sedentarias y activas recreacionales, así como para incrementar la flexibilidad isquiosural en deportistas.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:1967-1986)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9678

Palabras clave: *Acondicionamiento físico. Ejercicio físico. Espalda. Musculatura isquiosural. Pelvis.*

flexion positions in sedentary and recreational active people and also to increase hamstring extensibility in athletes.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:1967-1986)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9678

Key words: *Physical exercise. Physical fitness. Back. Hamstring stretching. Pelvis.*

Introducción

El ejercicio físico ha sido propuesto como un medio adecuado para mejorar o mantener los niveles de condición física y salud¹. Este concepto engloba a aquellos componentes de la condición física que están asociados a una buena salud, tales como la resistencia cardiovascular, fuerza-resistencia, flexibilidad, y composición corporal¹.

Dentro de estos componentes, la flexibilidad, definida como la capacidad física de amplitud de movimientos de una articulación, es a la que se dedica menos tiempo y atención. No obstante, la flexibilidad es un elemento primordial en la salud física en general, puesto que influye en las actividades de la vida diaria y en el mantenimiento de un estilo de vida independiente, así como por permitir una mejor funcionalidad durante el envejecimiento².

Debido a la importancia de esta cualidad física y a la necesidad de desarrollarla, se recomienda incorporar actividades de estiramiento muscular en la práctica de ejercicio físico. Existen numerosas evidencias científicas de que la flexibilidad mejora significativamente cuando se realizan, de manera sistemática, ejercicios de estiramientos^{2,4}.

Entre los diversos grupos musculares del cuerpo humano, aquellos músculos tónicos, poli-articulares, con acciones articulares en varios segmentos y mayor proporción de fibras rápidas tipo II, son los que tienen mayor tendencia al acortamiento⁵. Entre estos, la musculatura isquiosural ha sido extensamente analizada debido a la influencia que tiene su flexibilidad en el denominado ritmo lumbo-pélvico, es decir, en la interacción de los movimientos de la pelvis y la columna vertebral al realizar movimientos de flexión del tronco^{6,7}. En este sentido, la disminución de la extensibilidad isquiosural supone una reducción de la movilidad en la articulación coxofemoral en el movimiento de flexión de cadera con rodillas extendidas, dando lugar a una menor flexión lumbar y una curvatura torácica más acentuada^{6,7}. Además, una reducida extensibilidad isquiosural se ha relacionado con un mayor riesgo de algias lumbares⁸, hernias y protrusiones discales⁹, espondilólisis y espondilolistesis⁹, lesiones musculares¹⁰, limitaciones en la cinemática de la marcha, e incrementos en el riesgo de caídas¹¹.

Dentro de los diferentes programas de ejercicio físico dirigido, uno de los que implican un gran volumen de estiramientos de la musculatura isquiosural y de tra-

bajo de la dinámica lumbo- pélvica en posiciones de flexión del tronco es el método Pilates¹². Este método de acondicionamiento muscular desarrollado por Joseph H. Pilates a principios del siglo XX, propone un sistema de ejercicios de fortalecimiento y estiramiento con el fin de tonificar la musculatura, mejorar la actitud postural, la flexibilidad, el equilibrio y la agilidad, mediante la unión del cuerpo y la mente¹². Más concretamente, el método Pilates engloba una gran cantidad de ejercicios para mejorar el control y el fortalecimiento de la zona central, incluyendo estiramientos de la musculatura isquiosural, realizados bien con técnicas estáticas o dinámicas¹², lo que también modifica las variables antropométricas, composición corporal y somatotipo de los practicantes¹³. Aunque dentro del método Pilates existen diferentes modalidades (Pilates mat, Pilates con aparatos o aqua-Pilates) y escuelas (Pilates clásico, Pilates Stott, Pilates Polestar, Pilates Alliance o Pilates Peak), todas ellas se rigen por los mismos principios y fundamentos.

Son varios los estudios que han analizado el efecto de la práctica del método Pilates, y en algunos casos un posterior proceso de desentrenamiento, sobre la flexibilidad isquiosural, midiéndola de forma directa o indirecta (mediante test lineales como el sit-and-reach o el toe-touch). Por todo ello, el objetivo de este trabajo fue realizar una revisión sistemática de los efectos de la práctica del método Pilates, así como del efecto de un proceso de desentrenamiento tras su práctica, sobre la flexibilidad isquiosural, la inclinación pélvica y el grado de flexión lumbar o toraco-lumbar en posiciones de máxima flexión del tronco con rodillas extendidas.

Materiales y métodos

Criterios de elegibilidad

La selección de estudios científicos estuvo basada en los siguientes criterios de inclusión: a) diseños experimentales o cuasi-experimentales; b) intervención basada en la realización sistemática de ejercicios habituales del método Pilates, y c) pruebas de medición que valoraran al menos una de los siguientes tres variables: 1) flexibilidad isquiosural, 2) inclinación pélvica en posición de flexión máxima del tronco o 3) grado de flexión lumbar o toraco-lumbar en un test de máxima flexión del tronco con rodillas extendidas. No se esta-

bleció limitación alguna en cuanto a la edad de los participantes, al sexo o al nivel de condición física inicial.

Se incluyeron diseños metodológicos que carecían de grupo control puesto que la extensibilidad isquiosural y la dinámica lumbo-pélvica no cambian de manera significativa en un corto espacio de tiempo si no se practica ejercicio físico o se realizan realizar estiramientos de forma sistemática.

Como criterios de exclusión se establecieron: a) trabajos científicos que no estuviesen publicados; y b) redactados en un idioma distinto al inglés, español o portugués.

Fuentes de información y estrategias de búsqueda bibliográfica

La búsqueda de artículos se realizó en cinco bases de datos: Pubmed, Sports Discus, ISI Web of Knowledge, Dialnet y Research Gate. La palabra «Pilates» fue siempre utilizada como criterio de búsqueda, combinándose con otras palabras clave, como «extensibilidad isquiosural» («hamstring extensibility»), «flexibilidad isquiosural» («hamstring flexibility»), «isquiosural» («hamstring»), «flexibilidad» («flexibility»), «extensibilidad» («extensibility»), «inclinación pélvica» («pelvic tilt» or «pelvic inclination»), «lumbo-pélvico» («lumbo-pelvic»), «test de flexión del tronco» («trunk flexion test»), «flexión del tronco» («trunk flexion»), «tronco» («trunk»), «raquis» («spine») y «postura» («posture»). No se aplicó limitación alguna en el año de publicación. Además de la búsqueda computarizada, se realizó una búsqueda manual entre las referencias de los estudios seleccionados. La búsqueda finalizó el 22 de Febrero de 2015.

Selección de estudios y extracción de datos

El investigador principal evaluó la elegibilidad de los estudios según su título y resumen en una primera revisión, contando en una segunda revisión con un ayudante para verificar conjuntamente esos criterios y resultados obtenidos. En esta segunda revisión, se revisó el texto completo de los artículos. Se excluyeron aquellas investigaciones que no cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión. Se diseñó un formulario en Microsoft Office Excel® 2010 para extraer los datos relevantes de los estudios, incluyendo el objetivo del estudio (efectos del entrenamiento o del desentrenamiento), diseño del estudio, número y características de los grupos incluidos, número de participantes, características de la muestra (edad, sexo, estado de salud y hábitos de ejercicio físico), características de los programas de intervención (duración de la intervención, frecuencia semanal, duración de las sesiones, modalidad y escuela de Pilates practicada, formación de los instructores/monitores, actividad realizada por el grupo control o los otros grupos ex-

perimentales), variables analizadas (extensibilidad isquiosural, inclinación pélvica y/o grado de flexión del tronco al realizar un test de máxima flexión del tronco con rodillas extendidas), test y protocolo de medición, así como los resultados más significativos. Todas las variables metodológicas fueron extraídas, registradas y analizadas en todos los artículos por el mismo investigador.

Resultados

Selección de estudios

La estrategia de búsqueda y selección de artículos empleada en esta revisión obtuvo un total de 21 artículos que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión. Se encontraron los artículos completos de todos ellos (100%)¹⁴⁻³⁴.

Diseño del estudio

El objetivo de dieciocho de los estudios fue analizar el efecto de la práctica del método Pilates sobre la extensibilidad isquiosural, así como la inclinación pélvica y grado de flexión del tronco al realizar un test de máxima flexión del tronco con rodillas extendidas (85,71%)^{14-16,18,20-27,29-34}. Uno de los estudios analizó el efecto del desentrenamiento tras la práctica del método Pilates sobre la flexibilidad isquiosural (4,76%)¹⁹. Por su parte, dos estudios analizaron el efecto de la práctica del método Pilates, así como el efecto de un corto periodo de desentrenamiento (9,52%)^{17,28}.

La totalidad de los estudios analizados utilizaron un análisis de medidas repetidas (100%)¹⁴⁻³⁴. Un diseño pre-test/post-test fue empleado por quince de los estudios (71,43%)^{14-16,18,20-27,30,31,33}, mientras que en dos de ellos se realizó también un re-test, realizándose un total de tres mediciones (9,52%)^{17,28}. En otros dos trabajos se realizó una valoración intermedia, con un total de tres mediciones de las variables dependientes (9,52%)^{29,34}. En otro estudio se tomaron dos valoraciones intermedias, con un total de cuatro mediciones (4,76%)³². Finalmente, hubo un estudio en el que se analizó el efecto del desentrenamiento tras la práctica de método Pilates realizando dos mediciones, una tras el programa de Pilates y una pasados tres meses (4,76%)¹⁹ (Tabla I).

Dieciséis investigaciones utilizaron un diseño experimental (76,19%)^{14,15,17,19-23,25-31,33}, de las cuales trece incluyeron un grupo experimental y otro control (61,90%)^{14,15,17,19-23,25,27,29,31,33}, mientras que en tres estudios hubo dos grupos experimentales y un grupo control (14,29%)^{26,28,30}. Por otro lado, cinco estudios tuvieron un diseño cuasi-experimental (23,81%)^{16,18,24,32,34}, tres con un único grupo experimental (14,29%)^{16,32,34} y dos que incluían dos grupos experimentales (9,52%)^{18,24} (Tabla I).

Tabla I
Número de mediciones realizadas, variables valoradas, método de valoración
y condiciones de medición de los estudios incluidos

<i>Estudios incluidos</i>	<i>Número de mediciones realizadas</i>	<i>Aspecto valorado en el estudio</i>	<i>Test empleado</i>	<i>Condiciones de las mediciones</i>
Alves de Araújo et al. ¹⁴	2 (pre- y post-test)	Inclinación pélvica en test de máxima flexión del tronco con rodillas extendidas	Test <i>sit-and-reach</i>	INVESTIGADOR: Mismo evaluador para pre- y post-test. No blindado respecto a evaluación previa
Amorim et al. ¹⁵	2 (pre- y post-test)	Extensibilidad isquiosural	Posición de <i>developpé</i> al frente en barra	-
Barbosa et al. ¹⁶	2 (pre- y post-test)	Extensibilidad isquiosural + Inclinación pélvica y rango de flexión toraco-lumbar en test de máxima flexión del tronco con rodillas extendidas	Test <i>toe-touch</i>	CONDICIONES DE EVALUACIÓN: Entre 18:00 y 21:00 h. No calentamiento ni estiramientos previos
Bertolla et al. ¹⁷	3 (pre-, post-test, re-test)	Extensibilidad isquiosural + Rango de flexión toraco-lumbar en test de máxima flexión del tronco con rodillas extendidas	Test <i>sit-and-reach</i> (valoración de la extensibilidad) + test <i>toe-touch</i> (valoración del rango de flexión del tronco)	MOMENTO DE LA MEDICIÓN: 24 h antes y después de la intervención + 15 días después de la intervención
Boguszewski et al. ¹⁸	2 (pre- y post-test)	Extensibilidad isquiosural	Test <i>chair sit-and-reach</i>	MOMENTO DE LA MEDICIÓN: Pre-test: primeras cuatro semanas del entrenamiento. Post-test: Tras la intervención
Cascales-Ruiz et al. ¹⁹	2 (post-test y re-test)	Extensibilidad isquiosural	Test <i>sit-and-reach</i> modificado	CONDICIONES DE EVALUACIÓN: Valoración tras la realización de los test <i>hand grip</i> y <i>chair stand</i> . Sala termorregulada a 22°
Fonseca da Cruz et al. ²⁰	2 (pre- y post-test)	Extensibilidad isquiosural	Test <i>sit-and-reach</i>	CONDICIONES DE EVALUACIÓN: Calentamiento previo (3 min jogging). Resultado mejor de 3 rep
García et al. ²¹	2 (pre- y post-test)	Rango de flexión toraco-lumbar y lumbar en test de máxima flexión del tronco con rodillas extendidas	Test <i>toe-touch</i>	CONDICIONES DE EVALUACIÓN: Dos rep de los test
Irez et al. ²²	2 (pre- y post-test)	Extensibilidad isquiosural	Test <i>sit-and-reach</i>	INVESTIGADOR: Dos evaluadores. Ciegos ante el grupo del sujeto MOMENTO DE LA MEDICIÓN: Una semana antes y después de la intervención CONDICIONES DE EVALUACIÓN: Calentamiento previo. Resultado mejor de 3 rep
Kao et al. ³³	2 (pre-: una semana antes; y post-test: una semana después)	Rango de flexión del tronco en test de máxima flexión del tronco con rodillas extendidas	Test <i>sit-and-reach</i>	CONDICIONES DE EVALUACIÓN: Calentamiento previo (5 minutos). Resultado mejor de 3 rep
Kirandi et al. ²³	2 (pre- y post-test)	Extensibilidad isquiosural	Test <i>sit-and-reach</i>	-
Kováč et al. ²⁵	2 (pre- y post-test)	Extensibilidad isquiosural	Test <i>chair sit-and-reach</i>	INVESTIGADOR: Profesores de educación física o fisioterapeutas
Kloubec ²⁴	2 (pre- y post-test)	Extensibilidad isquiosural	Test <i>sit-and-reach</i> + Test de elevación de la pierna recta	-

Tabla I (cont.)
*Número de mediciones realizadas, variables valoradas, método de valoración
y condiciones de medición de los estudios incluidos*

<i>Estudios incluidos</i>	<i>Número de mediciones realizadas</i>	<i>Aspecto valorado en el estudio</i>	<i>Test empleado</i>	<i>Condiciones de las mediciones</i>
Mikalacki et al. ²⁶	2 (pre- y post-test)	Extensibilidad isquiosural	Test <i>sit-and-reach</i> + Test <i>toe-touch</i>	INVESTIGADOR: profesores, asistentes de departamento y alumnos de último curso CONDICIONES DE EVALUACIÓN: Resultado mejor de 3 rep
Pertile et al. ²⁷	3 (pre-, post-test, re-test).	Extensibilidad isquiosural + Rango de flexión del tronco en test de máxima flexión del tronco con rodillas extendidas	Test <i>sit-and-reach</i> (valoración de la extensibilidad) + test <i>toe-touch</i> (valoración del rango de flexión del tronco)	MOMENTO DE LA MEDICIÓN: 24 h antes y después de la intervención + 15 días después de la intervención CONDICIONES DE EVALUACIÓN: Resultado mejor de 3 rep
Phrompaet et al. ²⁸	3 (pre-test, test intermedio: 4 semanas del comienzo; post-test)	Extensibilidad isquiosural	Test <i>sit-and-reach</i>	-
Planchy et al. ²⁹	2 (pre- y post-test)	Rango de flexión toraco-lumbar y lumbar en test de máxima flexión del tronco con rodillas extendidas	Test <i>toe-touch</i>	-
Rogers et al. ³⁰	2 (pre- y post-test)	Extensibilidad isquiosural	Test <i>sit-and-reach</i>	INVESTIGADOR: Mismo investigador CONDICIONES DE EVALUACIÓN: Batería de test en el mismo orden CONDICIONES DE EVALUACIÓN: Resultado mejor de 3 rep (escala 0,5 cm)
Segal et al. ³¹	4 (pre-test, test intermedio ₁ : 2 meses del comienzo; test intermedio ₂ : 4 meses del comienzo; post-test).	Extensibilidad isquiosural	Test <i>toe-touch</i>	INVESTIGADOR: Investigador y participantes blindado mediciones previas MOMENTO DE LA MEDICIÓN: $\pm$ 1 semana y a la misma hora del día
Sekendiz et al. ³²	2 (pre- y post-test)	Extensibilidad isquiosural	Test <i>sit-and-reach</i>	CONDICIONES DE EVALUACIÓN: Calentamiento previo: 5 min andar rápido + estiramientos CONDICIONES DE EVALUACIÓN: Resultado mejor de 3 rep
Silva et al. ³⁴	3 (pre-test; test intermedio: tras la sesión 15; y post-test)	Extensibilidad isquiosural de la pierna derecha	Test del ángulo popliteo	INVESTIGADOR: Mismo examinador

Rep: repetición/repeticiones

Respecto a los estudios que incluyeron grupo control, en la mayoría de ellos (10 de los 16), los participantes no realizaron ejercicio físico alguno durante el tiempo de la intervención (62,50%)^{14,19-22,26,27,29,30,33}. En

una investigación se pidió a los participantes del grupo control que no cambiaran sus hábitos de vida, de tal forma que aquellos que hacían ejercicio físico antes de la intervención debían seguir haciéndolo (4,76%)²³.

Por otro lado, en uno de los estudios, el grupo control realizó ejercicio físico no controlado (6,25%)³¹, mientras que en los estudios realizados con deportistas, los sujetos del grupo control siguieron con su rutina de entrenamiento normal (25%)^{15,17,25,28} (Tabla II).

De los cinco estudios que incluyeron varios grupos experimentales, en cuatro de ellos un grupo practicó método Pilates mientras que el otro realizó otras modalidades de ejercicio físico^{18,26,28,30}. En este sentido, en dos de ellos el segundo grupo experimental hizo ejercicios terapéuticos (20%)²⁸ o una combinación de Pilates y otras actividades dirigidas (20%)³⁰. En otro estudio, los participantes de los dos grupos experimentales practicaron Pilates siguiendo las directrices de dos escuelas diferentes (20%)²⁴ (Tabla III).

Población

Cinco de los estudios tenían menos de 20 participantes (23,81%)^{15-17,20,34}, doce entre 20 y 44 sujetos (57,14%)^{14,18,19,21,24,25,28-33}, tres entre 45 y 60 participantes (14,28%)^{22,26,27} y uno con 96 sujetos (4,76%)²³ (Tabla II). Analizando el número de participantes que formaban parte del grupo experimental que practicaba Pilates, seis de los estudios incluyeron entre 5 y 10 participantes (28,57%)^{15-17,20,28,31}, ocho entre 11 y 20 (38,09%)^{14,18,19,21,24,29,30,34}, cuatro entre 21 y 30 (19,05%)^{22,25,26,33}, dos entre 31 y 40 (9,52%)^{27,32} y uno que incluyó a 53 personas (4,76%)²³ (Tabla II).

Un total de once estudios incluyeron únicamente a mujeres (52,38%)^{14,16,18,19,22-24,27,30,33,34}. En tres estudios la muestra estaba compuesta exclusivamente por hombres (14,29%)^{17,20,28} y en siete investigaciones incluyeron ambos sexos (33,33%)^{15,21,25,26,29,31,32}. El porcentaje de mujeres en seis de los estudios que incluyeron ambos géneros fue superior al 75%, llegando a haber estudios con un 96,87%^{15,21,25,26,31,32}. Sólo en un estudio participaron el mismo número de hombres que de mujeres²⁹ (Tabla II).

En cuanto a la edad de los participantes, tres estudios fueron realizados con población adolescente (14,29%)^{15,20,28}, seis con participantes jóvenes (entre 17 y 25 años) (28,57%)^{14,16,17,24,31,34}, ocho con adultos (entre 26 y 55-60 años) (38,09%)^{19,21,23,25,27,29,32,33} y cuatro con personas mayores (más de 55-65 años) (19,05%)^{18,22,26,30} (Tabla II).

Sobre las características de los participantes, en cuatro de los 21 trabajos los participantes eran deportistas (19,05%)^{15,17,20,28}; en tres eran personas activas, que practicaban ejercicio físico de forma recreacional (14,29%)^{25,31,32}; en ocho investigaciones eran sedentarios sanos y/o sin contraindicación para la práctica de ejercicio físico (38,09%)^{16,19,22,24,26,29,34}; en dos estudios eran sedentarios con alteraciones ortopédicas y/o dolor lumbar (9,52%)^{14,33}; y en otros dos se incluían personas activas con experiencia en programas similares así como sedentarios con o sin problemas de salud (9,52%)^{18,30}; y en otro a personas no sanas (con alteraciones ortopédicas, dolor lumbar, enfermedades

metabólicas, etc.), sin tener en cuenta que tuvieran contraindicada la práctica de ejercicio físico y fueran o no activas (4,76%)²³. En un estudio no se especificó el nivel de condición física inicial de los participantes ni su estado de salud (4,76%)²⁷. En ninguno de los estudios se reportó que los participantes tuvieran experiencia previa en la práctica del método Pilates (Tabla II).

Programas de intervención

Todos los estudios incluyeron al menos un grupo experimental para analizar el efecto de la práctica de Pilates y/o del desentrenamiento tras la práctica de Pilates sobre la flexibilidad isquiosural, inclinación pélvica y/o grado de flexión del tronco en un test de máxima flexión del tronco con rodillas extendidas. Los participantes practicaron diferentes modalidades de Pilates (Pilates mat, Pilates con aparatos o aqua-Pilates), siguiendo diferentes escuelas de Pilates (Pilates clásico, Pilates Stott, Pilates Polestar, Pilates Alliance, Pilates Academy y Pilates Peak). En relación a las modalidades de método Pilates practicadas, una mayor proporción de estudio analizó Pilates mat (57,14%)^{15,16,22,23,25,26,28,29,31-34}, y en menor medida se analizó Pilates con aparatos (9,52%)^{14,20}, aqua-Pilates (4,76%)¹⁸, o una combinación de ejercicios de Pilates mat y Pilates con aparatos (4,76%)²⁴. En cinco estudios no se aporta información sobre el tipo de modalidad analizada (23,81%)^{17,19,21,26,29} (Tabla III). Sobre las escuelas escogidas la mayoría de los estudios (diez de los veintinueve) analizaron los efectos de la práctica de Pilates clásico, es decir, Pilates siguiendo las directrices de Joseph Pilates (47,62%)^{14-17,19,28-31,34}. No obstante, otros estudios siguieron las directrices de otras escuelas. Entre ellas, la más analizada ha sido la escuela de Stott Pilates, con cinco estudios (23,81%)^{22,25,26,32,33}. También se ha analizado el efecto de la práctica de Pilates Polestar en una investigación (4,76%)²³ y de Pilates Alliance en otra (4,76%)²⁰. Hubo un estudio en el que se comparó el efecto de dos programas de Pilates siguiendo escuelas de Pilates diferentes (Pilates Academy y Pilates Peak) (4,76%)²⁴. En tres no se informó sobre la escuela escogida para el desarrollo de las sesiones (14,29%)^{18,21,27} (Tabla III).

En los veinte artículos que analizaron el efecto de la práctica de método Pilates, la duración de los programas de Pilates osciló entre las 4 y las 26 semanas, mientras que la frecuencia semanal osciló desde 1 a 3 días a la semana y la duración de las sesiones entre 25 y 60 minutos. Combinando estas variables se encontró que cinco de los estudios duraron entre 4 y 6 semanas, con una frecuencia semanal mayoritariamente de 3 días y una duración de la sesión media de 25-30 minutos (25%)^{16,17,20,28,33}; diez duraron de 8 a 12 semanas con una frecuencia semanal de 2 o 3 días y una duración de la sesión de 45-60 minutos (50%)^{14,15,18,22-25,29,31,34}, mientras que en otros cinco la intervención fue de 20 a 26 semanas entre 1 y 3 días por semana, 60 minutos

Tabla II
Número de grupos, tamaño de la muestra y variables demográficas y características de la muestra de los estudios incluidos.

<i>Estudios incluidos</i>	<i>Número de grupos</i>	<i>Tamaño muestra</i>	<i>Participantes excluidos/ abandonan</i>	<i>Sexo</i>	<i>Edad (años)</i>	<i>Características de la muestra</i>
Alves de Araújo et al. ¹⁴	2 (GE y GC)	TOTAL: n=31 GE: n=20 GC: n=11	-	MUJER: n=31	TOTAL: Entre 18 y 25	Estudiantes de fisioterapia sedentarias con escoliosis no estructurada de doble curva dorso-lumbar, acortamiento de la cadena posterior y dolor de espalda
Amorim et al. ¹⁵	2 (GE y GC)	TOTAL: n=15 GE: n=7 GC: n=8	-	MUJER: n=12 (GE: n=6; GC: n=6) HOMBRE: n=3 (GE: n=1; GC: n=2)	GE: 15,7±0,8 GC: 16,3±0,9	Bailarinas con más de 10 años de práctica diaria (GE: 11±2.7 años; GC: 11,9±3,7 años). Sin lesiones que influyan en el rendimiento
Barbosa et al. ¹⁶	1 (GE)	TOTAL: n=5 GE: n=5	-	MUJER: n=5	TOTAL: 18-23	Sedentarios. Sin contraindicación para la realización de ejercicio físico
Bertolla et al. ¹⁷	2 (GE y GC)	TOTAL: n=11 GE: n=6 GC: n=5	-	HOMBRE: n=11	TOTAL: 17-20 (18,1±0,83)	Jugadores de Fútbol Sala Sub-20
Boguszewski et al. ¹⁸	2 (GE ₁ y GE ₂)	TOTAL: n=25 GE: n=15 GC: n=10	-	MUJER: n=25	TOTAL: +55 (55-76) GE ₁ : 64,9±7,18 GE ₂ : 58,9±5,01	60% no ha participado en programas organizados similares
Cascales-Ruiz et al. ¹⁹	2 (GE y GC)	TOTAL: n=21 GE: n=11 GC: n=10	-	MUJER: n=21	TOTAL: +30 GE: 47±2 GC: 43,25±5,65	Sin enfermedades cognitivas, cardíacas, hepáticas o renales graves o cualquier otra contraindicación para la práctica de ejercicio físico. Sin diferencias significativas entre grupos respecto a con quién viven, nivel de estudios, situación laboral, consumo de tabaco y de alcohol GC: Sedentarias durante al menos 9 meses (un 60% afirma ser sedentario, un 30% 1 o 2 horas/semana, un 10% 3 o 4 horas)
Fonseca da Cruz et al. ²⁰	2 (GE y GC)	TOTAL: n=15 GE: n=8 CG: n=7	-	HOMBRE: n=15	TOTAL: 15,7±0,8	Jugadores de baloncesto de nivel estatal. Entrenan 5-7 días por semana.
García et al. ²¹	2 (GE y GC)	TOTAL: n=41 GE: n=19 GC: n=22	Mortalidad muestra: n=15 (26,78%)	MUJER: 83,3% HOMBRE: 16,7%	GE: 36-58 (44,21±6,1) GC: 28-56 (40,77±8,95)	Personas sanas sin dolor lumbar en el último año
Irez et al. ²²	2 (GE y GC)	TOTAL: n=60 GE: n=30 GC: n=30	Excluidas si la asistencia es menor al 80% de las sesiones	MUJER: n=60	TOTAL: +65. GE: 72,8±6,7 GC: 78,0±5,7	Personas de residencia de ancianos sanas, sin problemas ortopédicos y sedentarias (no practican más de 30 min/día en el último año)

Tabla II (cont.)
Número de grupos, tamaño de la muestra y variables demográficas y características de la muestra de los estudios incluidos.

<i>Estudios incluidos</i>	<i>Número de grupos</i>	<i>Tamaño muestra</i>	<i>Participantes excluidos/ abandonan</i>	<i>Sexo</i>	<i>Edad (años)</i>	<i>Características de la muestra</i>
Kao et al. ³³	2 (GE y GC)	TOTAL: n=96 GE: n=53 GC: n=43	Excluidas si la asistencia es menor al 67% de las sesiones. Se excluye entre GE y GC a 29 sujetos.	MUJER: n=96	GE: 42,30±9,97 GC: 41,23±9,83	Mujeres de más de 20 años. Sin experiencia previa en la práctica de Pilates. Con alteraciones en la columna (sin cirugía), ciática, enfermedades sistémicas o del sistema nervioso afectando a la fuerza muscular o el equilibrio o a quienes no les estaba permitido realizar ejercicio físico. GC: Se les pide que no realicen cambios en sus hábitos de ejercicio físico (algunos practicaban antes) o de vida
Kirandi et al. ²³	2 (GE ₁ y GE ₂)	TOTAL: n=30 GE ₁ : n=15 GE ₂ : n=15	-	MUJER: n=30	GE ₁ : 20,6±1,88 GE ₂ : 20,6±1,35	Estudiantes universitarias. Sedentarias. No practicaban deporte federado. Sin experiencia previa en método Pilates
Kováč et al. ²⁵	2 (GE y GC)	TOTAL: n=44 GE: n=22 GC: n=22	Abandonan 6 personas (3 GE, 3 GC): 4 mujeres y 2 hombres	MUJER: n=38 (GE: n=19; GC: n=19) HOMBRE: n=8 (GE: n=4; CG: n=4)	GE: 26-58 (42,08±9,12) GC: 30-59 (45,84±8,23)	Sujetos sanos y activos (practican fitness recreacional) sin experiencia previa en Pilates
Kloubec ²⁴	3(GE ₁ , GE ₂ y GC)	TOTAL: n=54 GE ₁ : n=22 GE ₂ : n=17 GC: n=15	-	MUJER: n=41 (GE ₁ : n=17; GE ₂ : n=13; GC: n=11) HOMBRE: n=13 (GE ₁ : n=5; GE ₂ : n=4; GC: n=4)	GE ₁ : 66,6±5,5 GE ₂ : 67,9±6,9 GC: 64,6±6,2	Personas de un centro de tercera edad. Excluidos los que no asisten al 20% de las sesiones. Sedentarios (no más de 30 min x 3 días) y con permiso médico para participar
Mikalacki et al. ²⁶	2 (GE y GC)	TOTAL: n=60 GE: n=38 GC: n=22	-	MUJER: n=60	TOTAL: 35-40	-
Pertile et al. ²⁷	3(GE ₁ , GE ₂ y GC)	TOTAL: n=23 GE ₁ : n=7 GE ₂ : n=8 GC: n=8	Abandonan 3 personas (GE ₁ :2; GE ₂ :1)	HOMBRE: n=23	TOTAL: Categoría Juvenil (16,5±0,7)	Jugadores de fútbol. Entrenan 5 días x 2 horas
Phrompaet et al. ²⁸	2 (GE y GC)	TOTAL: n=40 GE: n=20 GC: n=20	-	MUJER: n=20 (GE: n=10; GC: n=10) HOMBRE: n=20 (GE: n=10; GC: n=10)	GE: 33,2±6,15 GC: 30,1±6,03	Sanos y sedentarios (no más de 20 min x 2 días)

Tabla II (cont.)
Número de grupos, tamaño de la muestra y variables demográficas y características de la muestra de los estudios incluidos.

<i>Estudios incluidos</i>	<i>Número de grupos</i>	<i>Tamaño muestra</i>	<i>Participantes excluidos/ abandonan</i>	<i>Sexo</i>	<i>Edad (años)</i>	<i>Características de la muestra</i>
Planchy et al. ²⁹	3(GE ₁ , GE ₂ y GC)	TOTAL: n=42 GE ₁ : n=15 GE ₂ : n=15 GC: n=12	-	MUJER: n=42	TOTAL: 67,1±4,5 GE ₁ : 66,2±3,8 GE ₂ : 67,1±5,9 GC: 68,2±3,2	Personas de asociación de personas mayores. Sujetos sanos, con problemas cardiovasculares y músculo-esqueléticos y con niveles de actividad física previa dispares (desde baja a alta). No homogenizan los grupos
Rogers et al. ³⁰	2 (GE y GC)	TOTAL: n=28 GE: n=14 GC: n=14	Abandonan/ se excluyen 6 personas (GE: n=5; GC: n=1)	MUJER: n=26 HOMBRE: n=2	GE: 25,5±13,0 GC: 24,5±10,0	Adultos activos y sanos. Se les pide que mantengan el nivel de ejercicio físico y la dieta
Segal et al. ³¹	1(GE)	TOTAL: n=32 GE: n=32	Excluidos si faltan a más de una clase de cada bloque de dos meses. Abandonan o se excluye a 15 (14 mujeres, 1 hombre)	MUJER: n=31 HOMBRE: n=1	TOTAL: 43	Miembros de un centro deportivo (no se conoce el estado de salud o nivel de condición física previo)
Sekendiz et al. ³²	2 (GE y GC)	TOTAL: n=38 GE: n=21 GC: n=17	Abandonan o se excluyen a 7 (GE: n=4; GC: n=3)	MUJER: n=38	GE: 30±6,6 GC: 30±8,6	Sedentarios (no más de 3 días x 45 min en el último año). 80% dolor lumbar esporádico
Silva et al. ³⁴	1 (GE)	TOTAL: n=15 GE: n=15	-	MUJER: n=15	TOTAL: Entre 18 y 30 años (media: 23,93±4,32)	Peso: Entre 51,5 y 60 kg (55,11±3,46 kg) Talla: Entre 1,62 y 1,66 cm (media: 1,63±0,02 m) IMC: Entre 19,62 y 21,77 kg/m ² (media: 20,67±1,17 kg/m ²) Personas sin dolor músculo-esquelético en la región lumbar o miembros inferiores y sin alteraciones ortopédicas o neurológicas

GE: Grupo experimental; GC: Grupo control; n: número de participantes; GE₁: Grupo experimental 1; GE₂: Grupo experimental 2.

por sesión (25%)^{21,26,27,30,32} (Tabla III). Por otro lado, de los tres estudios que investigan el efecto del desentrenamiento tras la práctica de método Pilates, dos analizaron cómo inciden dos semanas de desentrenamiento tras cuatro semanas de Pilates, tres sesiones por semana de 25 minutos de duración^{17,28}; mientras que el otro analizó el efecto de 14 semanas de desentrenamiento tras la práctica de 42 semanas de Pilates (2 días por semana, 60 minutos por sesión)¹⁹.

Sobre las características del instructor/monitor, en trece de las investigaciones se especificó la formación que tenían los instructores (61,90%)^{14-17,20-23,26,30-33}, mientras que en los otros ocho estudios no se aporta esta información (38,09%)^{18,19,24,25,27-29,34} (Tabla III).

Procedimiento de obtención de datos y variables analizadas

Diecisiete investigaciones analizaron la influencia de la práctica del método Pilates o del desentrenamiento tras la práctica del método Pilates sobre la extensibilidad isquiosural (80,95%)^{15-20,22,24-29-31-34}. De estos, dos emplearon test angulares (9,52%), uno de ellos en una posición específica de la modalidad deportiva¹⁵ y otro mediante el test de extensión de rodilla, valorando únicamente la pierna derecha³⁴. En otros catorce estudios (66,66%) se analizó la extensibilidad isquiosural empleando test lineales tales como el sit-and-reach^{17,20,22,24,27-29,31,33}, chair sit-and-reach^{18,26}, sit-

and-reach modificado¹⁹ o el toe-touch^{16,27,32}. Por otro lado, en uno de los estudios se emplearon tanto test angulares (test de elevación de la pierna recta) como lineales (test sit-and-reach) (4,76%)²⁵ (Tabla I).

Otras variables relacionadas con la extensibilidad isquiosural son la inclinación pélvica y el grado de flexión intervertebral en flexión máxima tronco con rodillas extendidas. La inclinación pélvica fue analizada en un estudio al alcanzar la máxima distancia en el test sit-and-reach (4,76%)¹⁴. Otras cinco investigaciones (23,81%) valoraron la flexión de la zona toraco-lumbar y/o lumbar, cuatro de ellas en el test toe-touch^{17,21,28,30} y

una en el test sit-and-reach²³. Por último, en uno de los estudios se valoró tanto la inclinación pélvica como la flexión de la zona torácica y/o lumbar en el test toe-touch (4,76%)¹⁶ (Tabla I).

Resultados encontrados por las investigaciones analizadas

De los diferentes estudios que han analizado la práctica del método Pilates sobre la extensibilidad isquiosural, aquellos estudios que incluyeron jóvenes,

Tabla III
Características del programa de intervención de los estudios incluidos.

<i>Estudios incluidos</i>	<i>Modalidad de ejercicios físico practicada</i>	<i>Duración (semanas)</i>	<i>Frecuencia semanal (días)</i>	<i>Tiempo sesión (min)</i>	<i>Características de la intervención</i>	<i>Monitor</i>
Alves de Araújo et al. ¹⁴	GE: Escuela: Método Pilates clásico; Modalidad: Pilates con aparatos	12	2	60	Ejercicios con cadena cinética cerrada. Percepción del esfuerzo entre 61 y 80 sobre 100 (media: 69,2±7,5). Trabajo sin dolor lumbar	Fisioterapeuta
Amorim et al. ¹⁵	GE: Escuela: Método Pilates clásico; Modalidad: Pilates mat + Danza: 6h/semana de técnica clásica y moderna + 1'5h/semana pas de deux + 1h/semana character dance GC: Danza: 7h/semana de técnica clásica y moderna + 1'5h/semana pas de deux + 1h/semana carácter dance	11	2	60	Distribución de la sesión: Calentamiento: 15 min + Parte principal: Pilates 35 min + Vuelta a la calma: 10 min Ejercicios nivel básico + intermedio + avanzado (última fase del programa) 3 series x 8 rep + 1 rep añadida cada semana hasta llegar a 12 rep. Cuando esto sucede: Cambio a nivel superior de dificultad	Supervisión de monitor cualificado
Barbosa et al. ¹⁶	GE: Escuela: Método Pilates clásico; Modalidad: Pilates mat	6	3	30	3 primeras semanas: 5 ejercicios nivel básico y 2 ejercicios nivel intermedio + 3 semanas: 3 ejercicios nivel básico y 4 ejercicios nivel intermedio	Instructora de Pilates
Bertolla et al. ¹⁷	GE: Escuela: Método Pilates clásico; Modalidad: - + Entrenamientos de fútbol sala 2 semanas: (100% de asistencia) Desentrenamiento GC: Entrenamientos de fútbol sala (100% de asistencia)	4	3	25	Semana 1 y 2: Familiarización; semana 3 y 4: aumenta la intensidad	Monitor de Pilates con experiencia previa
Boguszewski et al. ¹⁸	GE ₁ : Escuela: -; Modalidad: Aqua-Pilates GE ₂ : Modalidad: Aquafitness	10	-	-	-	-
Cascales-Ruiz et al. ¹⁹	GE: Escuela: Método Pilates clásico; Modalidad: - + Un 18,82% practica 1 o 2 horas más de ejercicio físico a la semana	42 + 14 = 56 semanas: Desentrenamiento	2	60	-	-

Tabla III (cont.)
Características del programa de intervención de los estudios incluidos.

<i>Estudios incluidos</i>	<i>Modalidad de ejercicios físico practicada</i>	<i>Duración (semanas)</i>	<i>Frecuencia semanal (días)</i>	<i>Tiempo sesión (min)</i>	<i>Características de la intervención</i>	<i>Monitor</i>
Fonseca da Cruz et al. ²⁰	GE: Escuela: Pilates Alliance; Modalidad: Pilates con aparatos (Reformer + Cadillac + Wunda Chair) + Entrenamientos con normalidad: 3 días x 60 min en pista de baloncesto + 2 días x 60 min de gimnasio (5 ejercicios x 3 series x 10-12 rep. 60 seg entre series, 2-3 min entre ejercicios) GC: Entrenamientos con normalidad: 3 días x 60 min en pista de baloncesto + 2 días x 60 min de gimnasio (5 ejercicios x 3 series x 10-12 rep. 60 seg entre series, 2-3 min entre ejercicios)	6	2	-	2-3 series x 15-20 rep. 3-4 s entre rep; 45 s entre series	Monitor certificado en Método Pilates Alliance
García et al. ²¹	GE: Pilates: Escuela: -; Modalidad: -	20	2	60	100% asistencia. Grupos reducidos: 10 personas	Licenciados en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte con formación en método Pilates y amplia experiencia en su enseñanza. Mismo monitor para toda la intervención
Irez et al. ²²	GE: Escuela: Pilates Stott; Modalidad: Pilates mat GC: Abstenerse de comenzar un programa de ejercicio físico o cambiar nivel de actividad física	12	3	60	Semanas 1-4: Sin material; semanas 5-8: thera-band; semanas 9-12: ball NIVEL DE LOS EJERCICIOS: iniciación Media de asistencia a las sesiones: 92%	Monitor de Pilates
Kao et al. ³³	GE: Escuela: Polestar Pilates; Modalidad: Pilates mat	12	2	60	Máximo 12 personas por clase	Instructor certificado en Polestar Pilates™. Supervisor certificado en Polestar Pilates™ y fisioterapia
Kirandi et al. ²³	GE ₁ : Escuela: Peak Pilates; Modalidad: Pilates mat y Pilates con aparatos GE ₂ : Escuela: Academy Pilates; Modalidad: Pilates mat y Pilates con aparatos	8	3	60	-	-
Kovách et al. ²⁵	GE: Escuela: Pilates Stott; Modalidad: Pilates mat	12	2	60	25 ejercicios centrados la resistencia y la flexibilidad del abdomen, espalda y caderas. Intensidad baja-moderada	Mismo instructor

Tabla III (cont.)
Características del programa de intervención de los estudios incluidos.

<i>Estudios incluidos</i>	<i>Modalidad de ejercicios físico practicada</i>	<i>Duración (semanas)</i>	<i>Frecuencia semanal (días)</i>	<i>Tiempo sesión (min)</i>	<i>Características de la intervención</i>	<i>Monitor</i>
Kloubec ²⁴	GE ₁ : Escuela: Método Pilates clásico; Modalidad: Pilates mat GE ₂ : Modalidad: Aqua fitness GC: Se le motiva a que haga ejercicio físico (que anden); pero no se controla que hacen	26	3	60	Excluidos ejercicios que aumentan la presión en el pecho, carga la articulación lumbo-sacra o incluyen rotaciones del tronco	Profesores de Educación Física o Fisioterapeutas
Mikalacki et al. ²⁶	GE: Pilates: Escuela: -; Modalidad: -	26	2	60	-	-
Pertile et al. ²⁷	GE ₁ : Escuela: Método Pilates clásico; Modalidad: Pilates mat GE ₂ : Modalidad: Ejercicios terapéuticos	4 + 2 semanas: Desentrenamiento	3	25	GE ₁ y GE ₂ : 5 ejercicios 1ª y 2ª semana: 3 series x 10 rep; 3ª y 4ª semana: 3 series x 15 rep	-
Phrompaet et al. ²⁸	GE: Escuela: Método Pilates clásico; Modalidad: Pilates mat GC: no más de 20 min de ejercicio físico, dos días	8	2	45	GE: n=15: asistencia al 100%, n=4 al 83,75% y n=1 al 75%	-
Planchy et al. ²⁹	GE ₁ : Escuela: Método Pilates clásico; Modalidad: - GE ₂ : Modalidad: 1 día semana método Pilates + 2 días Aqua-Fitness	26	3	60	Intervención centrada en trabajo postural, flexibilidad, alineación segmentaria y control del tronco	Profesores de Educación Física y Fisioterapeutas con experiencia como instructores de Pilates
Rogers et al. ³⁰	GE: Escuela: Método Pilates clásico; Modalidad: Pilates mat GC: Entrenamiento cardiovascular y de fuerza en gimnasio, sin supervisión y autodirigido	8	3	60	85% de asistencia Ejercicios de Pilates para principiantes y de nivel intermedio	Monitor certificado en Método Tradicional de Pilates mat. Encargado de dirigir la progresión de ejercicios
Segal et al. ³¹	GE: Escuela: Pilates Stott; Modalidad: Pilates mat	26	1	60	Clases de 8 a 12 participantes Aumento de la dificultad cada dos meses	Monitor principal: Instructor de Pilates Stott con titulación en Stott mat y Stott reformer Supervisa al resto de monitores
Sekendiz et al. ³²	GE: Escuela: Pilates Stott; Modalidad: Pilates mat	5	3	60	-	Monitor: Profesor de Educación Física, con titulación en Stott mat y con dos años de experiencia
Silva et al. ³⁴	GE: Escuela: Método Pilates clásico; Modalidad: Pilates mat	10	3	50	12 ejercicios por sesión	-

Rep: repetición/repeticiones.

adultos o personas mayores sedentarias o activas de un modo recreacional encontraron que la flexibilidad isquiosural aumentaba significativamente tras la práctica de Pilates mat, independientemente de la escuela

(Pilates clásico o Pilates Stott) o de la duración (de 5 a 26 semanas), frecuencia semanal (1 o 3 días) y duración de las sesiones (de 30 a 60 minutos). Existe una relación inversa entre la duración del programa de in-

tervención y la frecuencia semanal, encontrándose que se obtiene un incremento significativo con la práctica de 5-6 semanas 3 días por semana; 8-12 semanas 2 o 3 días; o 26 semanas 1 a 3 días^{16,22,25,26,29,31-34}. Aquellos estudios que incluyen un grupo control, no encuentran cambios significativos en éste^{22,25,29,31,33}. En todos los casos se encontraron diferencias significativas entre los grupos experimentales y control en el post-test o mediciones intermedias, no hallando diferencias en el pre-test^{22,29}.

No obstante, existen dos investigaciones que no hallaron una mejora significativa de la flexibilidad isquiosural con la práctica del Pilates. En una de ellas, se analizó el efecto de la práctica de aqua-Pilates durante 10 semanas con mujeres mayores, de las cuales más de la mitad eran activas¹⁸. El otro estudio se realizó con jóvenes sedentarias, las cuales realizaron Pilates mat y con aparatos siguiendo las directrices de Pilates Peak, durante 8 semanas, 3 días, 60 minuto por sesión. No obstante, con una estructura similar, el grupo que siguió las directrices de la escuela Pilates Academy sí que mostró una mejora significativa de la extensibilidad isquiosural²⁴. Por otro lado, en otra investigación los resultados fueron contradictorios, ya que se encontró que 26 semanas de Pilates, dos días por semana, 60 minutos por sesión, es suficiente para incrementar significativamente la extensibilidad isquiosural de mujeres adultas al valorarla con el test sit-and-reach, mientras que en el test toe-touch el incremento no fue significativo²⁷.

En los estudios que incluyeron poblaciones que realizaban otra modalidad de ejercicio físico de manera habitual, los resultados son contradictorios. En este sentido, se ha encontrado que la práctica de Pilates mat, independientemente de la escuela escogida (Stott o Pilates clásico) durante 4 a 12 semanas (3 días semana, 25-60 min por sesión) es suficiente para producir un incremento significativo de la extensibilidad isquiosural en bailarinas adolescentes y futbolistas jóvenes de fútbol sala, no encontrándose cambios en el grupo control^{15,17}. Por el contrario, en jugadores adolescentes de baloncesto y fútbol se ha encontrado que la práctica de Pilates con aparatos siguiendo la escuela de Pilates Alliance o de Pilates mat, durante 4 a 6 semanas, 2 días por semana, no es suficiente para producir un incremento significativo de la extensibilidad isquiosural, no existiendo cambios significativos en el grupo control^{20,28}.

Al analizar el efecto de la práctica del método Pilates sobre las diferentes variables relacionadas con la extensibilidad isquiosural, se encontró un aumento de la inclinación pélvica al realizar un test de máxima flexión del tronco con rodillas extendidas en mujeres jóvenes sedentarias con la práctica de Pilates al menos 6 semanas, tres días por semana^{14,16}. En el grupo control no hubo diferencias significativas^{14,16}. No se han encontrado investigaciones que hayan analizado el efecto del método Pilates sobre la inclinación pélvica en deportistas.

Respecto a la flexión tóraco-lumbar o lumbar, al realizar un movimiento de flexión máxima del tronco con rodillas extendidas, se ha encontrado un aumento significativo del grado de flexión con la práctica de método Pilates en personas sedentarias o activas recreacionales de todas las franjas de edad que practicaban al menos tres días por semana, durante un período de, al menos, 6 semanas^{16,23,30}, ya que no parece ser suficiente una frecuencia semanal inferior²¹. En deportistas, los resultados son contradictorios, según la población incluida, a pesar de presentar los estudios estructuras de entrenamiento similares^{17,28}.

En relación a aquellos estudios que han analizado el efecto del desentrenamiento tras la práctica de Pilates sobre la extensibilidad isquiosural y/o el grado de flexión tóraco-lumbar o lumbar en futbolistas de fútbol 11 y fútbol sala o mujeres adultas sedentarias, se ha encontrado una disminución de no significativa de la/s variable/s, independientemente de la estructura de entrenamiento y de las semanas de desentrenamiento^{17,19,28}.

Discusión

El objetivo del presente estudio fue realizar una revisión sistemática sobre los efectos de la práctica del método Pilates, y del proceso de desentrenamiento tras su práctica, sobre la flexibilidad isquiosural, la inclinación pélvica y el grado de flexión del tronco en posiciones de máxima flexión del tronco con rodillas extendidas, analizando el diseño, las características de la muestra, el procedimiento del programa de intervención, y los resultados del mismo.

Catorce de los veintinueve trabajos analizados tuvieron menos de 20 sujetos en el grupo experimental. Comparado con aquellos estudios que han analizado el efecto de la realización sistemática de estiramientos o de programas de ejercicio físico dirigido sobre la extensibilidad isquiosural³⁵⁻³⁷, el tamaño muestral es ligeramente inferior al que suele ser habitual.

Respecto al sexo de los participantes, en torno a la mitad de los estudios incluyeron solamente a mujeres (47,62%), probablemente debido a que las mujeres son las que practican ejercicio físico, con mayor frecuencia, de una forma recreacional en centros deportivos, asociaciones municipales o entidades similares³⁸, es decir, en aquellos centros en los que se realizan actividades dirigidas. Cabe destacar que en uno de cada tres estudios se incluyó tanto a mujeres como a hombres sin diferenciar los datos entre ellos, a pesar de las notables diferencias en la extensibilidad isquiosural y posición de la pelvis y tronco en posiciones de máxima flexión del tronco con rodillas extendidas, que hay entre ambos géneros³⁹. Por otro lado, aquellas personas con una menor extensibilidad isquiosural podrían obtener mayores mejoras en esta capacidad más rápidamente ante un mismo estímulo⁴⁰. Por este motivo, sería conveniente que futuras investigaciones analicen los datos en función del género.

Un aspecto a tener en cuenta es la edad de los participantes, ya que la flexibilidad disminuye progresivamente con el aumento de ésta, como consecuencia de los cambios fisiológicos que se producen en el organismo⁴¹, provocando a su vez cambios en la inclinación pélvica y en el grado de flexión del tronco en posiciones de máxima flexión del tronco con rodillas extendidas. Analizando las investigaciones encontradas, hay estudios en todas las franjas de edad, por lo que los resultados de la presente revisión se podrían extrapolar a la mayor parte de la población.

Otro aspecto a valorar por su influencia sobre la extensibilidad y la disposición del tronco e inclinación pélvica y, por tanto, sobre el efecto de cualquier programa que pretenda influir sobre estas variables, es si los participantes realizaban ejercicio físico de forma sistemática antes de iniciar el programa de intervención⁴². En este sentido, hay que tener en cuenta que tres estudios se realizaron en adolescentes deportistas de diferentes modalidades, que siguieron entrenando con normalidad con un alto volumen e intensidad^{15,20,28}. Este hecho podría condicionar los efectos del programa de Pilates practicado, maximizándolos o minimizándolos en función de la modalidad deportiva practicada. Por lo tanto, habría que tomar con cautela los resultados de estos estudios, en especial de los que no cuentan con grupo control. Además, en otras investigaciones se incluyeron personas activas^{18,25,30-32}, aunque no se especificó el tipo de ejercicio que realizaban, por lo que la extrapolación de los resultados de estos estudios debe hacerse con cautela.

Otro de los factores que podría condicionar el nivel de flexibilidad isquiosural y la disposición sagital del raquis es el estado de salud previo al programa de intervención, sobre todo en el caso de tener dolor lumbar o alteraciones ortopédicas. Este es el caso de tres de las investigaciones^{14,23,32}. Se ha encontrado que aquellos personas con dolor lumbar presentan menores valores de extensibilidad isquiosural⁴³ y un patrón de ejecución de los movimientos de máxima flexión del tronco con rodillas extendidas caracterizado por una mayor flexión lumbar y una menor flexión pélvica en comparación con sujetos sanos, sobre todo en aquellos pacientes que además de dolor lumbar presentan coxalgia isquiosural⁴⁴. Por tanto, los efectos de la práctica de Pilates podrían ser diferentes en estas poblaciones, aunque son necesarias más investigaciones que analicen esta relación.

Sobre la modalidad y la escuela del método Pilates de los programas de intervención, cabe destacar que en la mayoría de las intervenciones se practicó Pilates mat. Esto podría ser consecuencia de que es la modalidad más popular, requiere un material más simple y menos caro¹². Sobre la escuela de Pilates practicada, casi la mitad de los programas se basaron en las directrices originales de Joseph Pilates. No obstante, en los últimos años han surgido nuevas escuelas de Pilates que han modificado, en mayor o menor medida, estas directrices. Entre ellas, una de las más populares ha

sido el Stott Pilates^{23,45}. No en vano, en una de cada cuatro investigaciones analizadas se siguieron las directrices planteadas por Lindsay and Moira Merrithew, que proponen una adaptación contemporánea del Pilates original, basada en ejecutar los ejercicios respetando las curvaturas fisiológicas de la espalda, en vez de buscando la autocorrección de las mismas⁴⁵.

Otro de los aspectos importantes a tener en cuenta es la formación de los instructores. En este sentido, sería recomendable que los instructores que dirigen estos programas tengan estudios relacionados con el ejercicio físico y la columna vertebral (licenciados en ciencias del deporte, fisioterapeutas, etc.), así como experiencia en la dirección de este tipo de actividades y conocimiento del método Pilates para la optimización del programa de entrenamiento, con el interés de buscar una mejora de la salud de los participantes. En esta línea, en trece de las veintiuna investigaciones se especificó la formación del instructor, aunque sólo en una minoría de ellas tenían las características previamente comentadas.

Sobre el efecto de las intervenciones llevadas a cabo en los estudios, la mayoría de las investigaciones valoraron el efecto del entrenamiento o desentrenamiento sobre la extensibilidad isquiosural. Cabe destacar que de entre estos, prácticamente la totalidad de los estudios utilizaron test lineales como el sit-and-reach y el toe-touch, a pesar de que la distancia alcanzada en estos test está influida por numerosos factores al implicar a varias palancas articulares y depende de los parámetros antropométricos, la posición de los tobillos y la flexibilidad de la espalda^{46,47}. Ya que factores como la edad, el sexo o la práctica sistemática de ejercicio físico pueden condicionar algunos de estos aspectos^{2,40-42,47}, influyendo en la distancia alcanzada en el test, es necesario validar los test lineales en cada una de las poblaciones analizadas antes de usar estos test como medida exclusiva de la extensibilidad isquiosural. En este sentido, algunos estudios han analizado la validez de estos test encontrándose que oscila desde leve a moderada-alta, según la población analizada^{39,40,42,47}. No obstante, no hay estudios que hayan validado la utilización de estos test en personas que practican Pilates, siendo necesario futuras investigaciones en este ámbito.

La falta de investigaciones que hayan analizado la validez de los distintos test lineales en practicantes de método Pilates podría explicar que se encuentren resultados diferentes entre test diseñados a priori para medir la extensibilidad isquiosural, como causa de la influencia de factores externos. En este sentido, en un estudio en el que se valoró efecto de la práctica de 26 semanas de Pilates en mujeres adultas utilizando test lineales para valorar la extensibilidad isquiosural, se encontró una mejora significativa en el test sit-and-reach tras el programa de intervención (de $62,71 \pm 8,62$ a $66,01 \pm 7,98$ cm), mientras que en el test toe-touch no fue significativa (de $30,68 \pm 5,64$ a $32,72 \pm 5,00$ cm)²⁶. El test sit-and-reach y el test toe-touch son dos test

lineales con una dinámica similar, pues se ejecutan con las rodillas extendidas y se pide al participante que realice una flexión del tronco intentando alcanzar la máxima distancia posible. No obstante, existen algunas diferencias entre ambos, como la posición de partida del test o el efecto de la gravedad sobre la distancia alcanzada en el mismo. Al respecto, en el test sit-and-reach el participante se sitúa en sedentación, mientras que el test toe-touch se ejecuta en bipedestación. Como consecuencia de esto, en el test toe-touch hay una gran influencia de la gravedad sobre la flexión intervertebral y el centro de gravedad del tórax se sitúa muy por delante del eje de flexión sagital de las articulaciones vertebrales lumbares⁴⁸.

Son muy escasos los estudios que han utilizado test angulares para valorar el efecto de la práctica de Pilates sobre la extensibilidad isquiosural, utilizando solamente uno de ellos un test de los habitualmente empleados en los estudios científicos para tal fin. Además, en este test sólo se valoró la extremidad derecha. Puesto que los test angulares han demostrado ser más específicos para valorar la extensibilidad isquiosural y, además, permiten realizar una valoración independiente de cada extremidad inferior, son necesarias más investigaciones que analicen los efectos de la práctica de Pilates sobre la extensibilidad isquiosural utilizando este tipo de test para valorar ambas extremidades.

En la presente revisión se ha encontrado una mejora de la extensibilidad isquiosural en poblaciones sedentarias y activas de todas la franjas de edad y en deportistas, independientemente de la modalidad practicada (Pilates clásico o Pilates mat) o de la escuela (Pilates clásico, Pilates Stott, Pilates Polestar o Pilates Alliance), con la práctica de Pilates, al menos, tres días por semana durante 5 semanas, dos sesiones semanales durante 8 semanas o un día durante 26 semanas. La mayoría de los estudios no aportan información sobre la distribución semanal de las sesiones (sesiones alternas o consecutivas), algo que, en principio, no debería afectar a los resultados encontrados⁴⁹. La literatura previa ha demostrado que a partir de cuatro semanas de estiramiento de la musculatura isquiosural, realizando tres sesiones por semana, se podría mejorar significativamente la extensibilidad isquiosural⁴⁰. También se han encontrado mejoras con menos sesiones semanales si se alarga el tiempo de duración del programa de intervención⁴⁰.

En uno de cada tres estudios se analizó la flexión del tronco y/o inclinación pélvica durante un test de máxima flexión del tronco con rodillas extendidas como medida de la extensibilidad isquiosural. Los músculos isquiosurales tienen su origen en la tuberosidad isquiática de la pelvis, por lo que su extensibilidad tendría que tener, a priori, una influencia directa sobre la posición de la pelvis y del tronco durante los movimientos de flexión del tronco^{6,7}. En este sentido, se ha encontrado que las aquellas personas con mayor flexibilidad isquiosural logran grandes rangos de flexión pélvica al realizar flexiones de tronco con rodillas extendidas.

Como consecuencia de esto, el tronco se aleja más del centro de giro (la cadera), generando un mayor momento de flexión en la curva lumbar, que incide en una mayor flexión intervertebral en esta zona^{6,7}. De acuerdo con esto, la mayoría de los estudios analizados encontraron un aumento del grado del flexión del tronco o de la zona lumbar o toraco-lumbar tras la práctica de, al menos, 6 semanas de Pilates, tres días por semana, tanto en poblaciones sedentarias como activas recreacionales. En deportistas, los resultados sobre el efecto de la práctica del método Pilates en la flexión del tronco alcanzada en el test toe-touch son contradictorios. Esto podría deberse a que en los deportistas, como consecuencia de la práctica sistemática de una determinada modalidad deportiva, con posturas y movimientos específicos, se generan adaptaciones en la disposición sagital del raquis y, por tanto, en la flexión del tronco en este tipo de posiciones^{6,7,42}, condicionando la influencia que la práctica de Pilates podría tener en esta variable. No obstante, se recomienda realizar más estudios al respecto con deportistas de distintas edades y modalidades.

Otro aspecto que se debería considerar es las condiciones en las que se llevan a cabo las mediciones. En este sentido, en algunas investigaciones se realizó calentamiento o algún tipo de ejercicio físico antes de las mediciones^{19,20,22,30,32,33}, variando entre las investigaciones el tiempo transcurrido entre la realización del ejercicio y la valoración, y en otra no se realizó ni calentamiento ni estiramientos previos¹⁶. Una reciente investigación ha demostrado que la realización de un protocolo de calentamiento previo a la valoración de la extensibilidad isquiosural aumenta significativamente la flexibilidad durante al menos los siguientes 10 minutos tras la finalización del calentamiento⁵⁰. Por tanto, sería recomendable que las futuras investigaciones informaran de si se ha realizado calentamiento o no, el tiempo que ha transcurrido entre la finalización del mismo y la medición y si se han mantenido todas las condiciones en las diferentes mediciones.

Sólo hay una modalidad de Pilates cuya práctica parece no tener efecto sobre la extensibilidad isquiosural tras 10 semanas de entrenamiento: el aqua-Pilates¹⁸. Esto podría deberse a que en esta disciplina, al practicarse principalmente en piscina profunda, hay una mayor limitación para llevar a cabo estiramientos de la musculatura isquiosural, por lo que el tiempo de estiramiento de esta musculatura es inferior al utilizado en otras modalidades de Pilates.

Las mejoras que se producen en la extensibilidad isquiosural se asocian a posturas más alineadas y controladas de la pelvis y raquis en posiciones de flexión del tronco, lo que disminuiría el riesgo de alteraciones en la espalda, sobre todo a nivel lumbar⁸⁻¹¹. No obstante, estos efectos positivos podrían ir perdiéndose paulatinamente tras la finalización del programa de entrenamiento, si no se mantiene un hábito de estiramiento. Aquellos estudios que han analizado el efecto del desentrenamiento tras la práctica de Pilates sobre la

extensibilidad isquiosural y/o la flexión del tronco han encontrado una disminución no significativa en ambas variables tras el desentrenamiento, tanto en deportistas jóvenes tras un corto periodo de desentrenamiento (dos semanas) como en poblaciones adultas sedentarias tras un periodo más largo de desentrenamiento (14 semanas). La literatura científica previa determina que la extensibilidad isquiosural se mantiene durante al menos cuatro semanas⁴⁰. No obstante, la gran heterogeneidad en las poblaciones de estudio, los programas de intervención y de desentrenamiento hacen necesarias más investigaciones.

En conclusión, tras el análisis de la literatura científica de los artículos que analizan el efecto de la práctica de método Pilates, y/o el desentrenamiento tras la práctica del mismo, sobre la musculatura isquiosural, se encuentra que existen suficientes o moderadas evidencias sobre la estructura y modalidad/escuela de Pilates necesaria para mejorar su extensibilidad en poblaciones sedentarias, activas recreacionales y deportistas. También existen evidencias de que un período de desentrenamiento se asocia a una pérdida paulatina de las ganancias que se habían obtenido en la extensibilidad isquiosural y en la cinemática de la flexión del tronco, a corto y medio plazo. No obstante, debido a la gran heterogeneidad de los diseños de investigación (muestra, programas de intervención, test empleados, por ejemplo) es necesario realizar más investigaciones sobre este ámbito. En este sentido, las principales líneas que quedan por investigar son: el efecto de la práctica de Pilates con aparatos; con escuelas diferentes a la de Pilates clásico o Pilates Stott; que incluyan muestras de personas activas, deportistas o con patología lumbar; que valoren la extensibilidad isquiosural combinando test angulares y lineales; y que analicen la flexión del tronco e inclinación pélvica en test de máxima flexión del tronco con rodillas extendidas. De esta forma, se podría conocer cuál es el programa de Pilates más adecuado para cada población, con el fin de mejorar su extensibilidad isquiosural y su dinámica lumbo-pélvica en las actividades de la vida diaria y físico-deportivas. Esta mejora podría incidir en la prevención de lesiones y patologías tales como las algias lumbares, muy frecuentes entre la población.

Referencias

1. Bouchard C, Shepard R, Stephens T. Physical activity, fitness and health. *Champaign: Human Kinetics*, 1993.
2. Stahokostas L, Litte RMD, Vandervoort AA, Paterson DH. Flexibility training and functional ability in older adults: a systematic review. *J Aging Res* 2012; 2012: 306818. doi: 10.1155/2012/306818.
3. Wiemann K, Hahn K. Influences of strength, stretching and circulatory exercises on flexibility parameters of the human hamstrings. *Int J Sports Med* 1997; 18 (5): 340-6.
4. Decoster LC, Cleland J, Altieri C, Russell P. The effects of hamstring stretching on range of motion: a systematic literature review. *J Orthop Sports Phys Ther* 2005; 35 (6): 377-87.
5. Safran MR, Seaber AV, Garrett WE. Warm up and muscular injury prevention: an update. *Sports Med* 1989; 8 (4): 239-49.
6. López-Miñarro PA, Muyor JM, Alacid F, Vaquero R. Influence of hamstring extensibility on spinal and pelvic postures in highly trained athletes. En: Curran SA (ed). *Posture: Types, Exercises and Health Effects*. New York: Nova Science Publishers, 2014. p. 81-94.
7. Muyor JM, Alacid F, Rodríguez-García PL, López-Miñarro PA. Influencia de la extensibilidad isquiosural en la morfología sagital del raquis e inclinación pélvica en deportistas. *Int J Morphol* 2012; 31 (1): 176-81.
8. Jones MA, Stratton G, Reilly T, Unnithan VB. Biological risk indicators for recurrent non-specific low back pain in adolescents. *Br J Sports Med* 2005; 39 (3): 137-40.
9. McGill SM. Low back disorders. Evidence-based prevention and rehabilitation. *Champaign: Human Kinetics*, 2002.
10. Cabry J, Shiple BJ. Increasing hamstring flexibility decreases hamstring injuries in high school athletes. *Clin J Sport Med* 2000; 10 (4): 311-2.
11. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, Nieman DC, Swain DP. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2011; 43 (7): 1334-59.
12. Siler B. The pilates body: the ultimate at home guide to strengthening, lengthening and toning your body without machines. New York: Broadway Books, 2000.
13. Vaquero-Cristóbal R, Alacid F, Esparza-Ros F, Muyor JM, López-Miñarro PA. Efectos de un programa de 16 semanas de Pilates mat sobre las variables antropométricas y la composición corporal en mujeres adultas activas tras un corto proceso de desentrenamiento. *Nutr Hosp* 2015; 31 (4): 1738-47.
14. Alves ME, Bezerra E, Braga D, Cader SA, Shiguemi A, Dantas EH. The effectiveness of the Pilates method: reducing the degree of non-structural scoliosis, and improving flexibility and pain in female college students. *J Bodyw Mov Ther* 2012; 16 (2): 191-8.
15. Amorim TP, Sousa FM, Rodrigues dos Santos JA. Influence of Pilates training on muscular strength and flexibility in dancers. *Motriz: rev educ fis* 2011; 17 (44): 660-6.
16. Barbosa AC, Maia ESS, Cruz D, Callegari B, Pin AS, Barauna KMP. Effectiveness of mat pilates method in the increase of flexibility. *Rev Terapia Manual* 2009; 7 (29): 21-6.
17. Bertolla F, Baroni BM, Junior ECPL, Oltramari JD. Effects of a training program using the Pilates method in flexibility of sub-20 indoor soccer athletes. *Rev Bras Med Esporte* 2007; 13 (4): 198e-202e.
18. Boguszewski D, Cieřlik M, Adamczyk J, Ochal A. The Role of Pilates and Aquafitness Exercises in Sustaining the Health and Fitness of Elderly Women. *Sport Sci Rev* 2012; 21 (3-4): 127-38.
19. Cascales-Ruiz E, Del Pozo-Cruz J, Alfonso RM. Efectos de 12 semanas de desentrenamiento en la retención de condición física y calidad de vida en mujeres mayores de 30 años tras un programa de nueve meses de Pilates y comparación con mujeres sedentarias. *Rev Esp Educ Fis Deporte* 2015; 408 (62): 23-37.
20. Fonseca da Cruz TM, Germano MD, Crisp AH, Gonsalves MA, Verlengia R, Ribeiro G, Lopes CR. Does Pilates training change physical fitness in Young basketball athletes? *J Exerc Phys* 2014; 17 (1): 1-9.
21. García T, Aznar S. Práctica del método Pilates: cambios en composición corporal y flexibilidad en adultos sanos. *Apunts Med Esport* 2011; 46 (169): 17-22.
22. Irez GB, Ozdemir RA, Evin R, Irez SG, Korkusuz F. Integrating pilates exercise into an exercise program for 65+ year-old women to reduce falls. *J Sports Sci Med* 2011; 10 (1): 105-11.
23. Kao YH, Liou TH, Huang YC, Tsai YW, Wang KM. Effects of a 12-week pilates course on lower limb muscle strength and trunk flexibility in women living in the community. *Health Care Women Int* 2015; 36 (3): 303-19.
24. Kirandi O, Sahin M, Erol M, Koc S, Kepoglu A, Irtegun B, Karaaslan S. The effect of 8 week academy and peak Pilates

- exercises on certain physical parameters. *Int J Acad Res* 2013; 5 (2): 94-8.
25. Kloubec JA. Pilates for improvement of muscle endurance, flexibility, balance, and posture. *J Strength Cond Res* 2010; 24 (3): 661-7.
 26. Kovách MV, Plachy JK, Bognár J, Balogh ZO, Barthalos I. Effects of Pilates and aqua fitness training on older adults' physical functioning and quality of life. *Biomed Hum Kinet* 2013; 5 (1): 22-7.
 27. Mikalacki M, Emese M, Cokorilo N, Korovljević D, Ruiz PJ. Analysis of the effects of a Pilates program on the flexibility of women. *Facta Universitatis* 2012; 10 (4): 305-9.
 28. Pertile L, Vaccaro TC, De Marchi T, Rossi RP, Grosselli D, Marcalossi JL. Estudocompatativo entre o método pilates e exercícios terapêuticos sobre a força muscular e flexibilidade de tronco em atletas de futebol. *Con Scientiae Saude* 2011; 10 (1): 102-11.
 29. Phrompaet S, Paungmali A, Pirunsan U, Sitilertpisan P. Effects of Pilates training on lumbo-pelvic stability and flexibility. *Asian J Sports Med* 2011; 2 (1): 16-22.
 30. Planchy JK, Kovách MV, Bognár J. Improving flexibility and endurance of elderly women through a six-month training programme. *Hum Mov* 2012; 13 (1): 22-7.
 31. Rogers K, Gibson AL. Eight-week traditional mat Pilates training-program effects on adult fitness characteristics. *Res Q Exerc Sport* 2009; 80 (3): 569-74.
 32. Segal NA, Hein J, Basford JR. The effects of Pilates training on flexibility and body composition: an observational study. *Arch Phys Med Rehabil* 2004; 85 (12): 1977-81.
 33. Sekendiz B, Altun Ö, Korkusuz F, Akin S. Effects of pilates exercise on trunk strength, endurance and flexibility in sedentary adult females. *J Bodyw Mov Ther* 2007; 11 (4): 318-26.
 34. Silva MCF, Dos Reis FA, Belchior ACG, Pereira DM, Da Silva BAK, De Carvalho PTC. The effect of the training using the pilates method on the flexibility of the hamstrings. *Rev Terapia Manual* 2009; 7 (31): 161-7.
 35. Donahoe-Fillmore B, Braehler CJ, Fisher MI, Beasley K. The effect of yoga postures on balance, flexibility, and strength in healthy high school females. *J Women Health Phys Ther* 2010; 34 (1): 10-7.
 36. Rodríguez PL, Santonja F, López-Miñarro PA, Sáinz de Baranda P, Yuste JL. Effect of physical education stretching programme on sit-and-reach score in schoolchildren. *Sci Sport* 2008; 23 (3): 170-5.
 37. Santonja F, Sainz de Baranda P, Rodríguez PL, López-Miñarro PA, Canteras KM. Effects of frequency of static stretching on straight-leg raise in elementary school children. *J Sports Med Phys Fitness* 2007; 47 (3): 304-8.
 38. García M, Llopis R. Encuesta sobre los hábitos deportivos en España 2010. Ideal democrático y bienestar personal. Madrid: Consejo Superior de Deportes, 2011.
 39. López-Miñarro PA, Sáinz P, Rodríguez-García PL. A comparison of the sit-and-reach test and the back-saver sit-and-reach test in university students. *J Sports Sci Med* 2009; 8 (1): 116-22.
 40. Ayala F. Efecto de un programa de estiramientos activos sobre el rango de movimiento de la flexión de cadera en jugadores de fútbol sala [tesis doctoral]. Murcia: Universidad Católica de Murcia, 2012.
 41. López J, Fernández A. Fisiología del Ejercicio. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2006.
 42. Muyor JM, Vaquero-Cristóbal R, Alacid F, López-Miñarro PA. Criterion-related validity of sit-and-reach and toe-touch tests as a measure of hamstring extensibility in athletes. *J Strength Cond Res* 2014; 28 (2): 546-55.
 43. Halbertsma JP, Göeken LN, Hof AL, Groothoff JW, Eisma WH. Extensibility and stiffness of the hamstrings in patients with nonspecific low back pain. *Arch Phys Med Rehabil* 2001; 82 (2): 232-8.
 44. Esola MA, McClure PW, Fitzgerald GK, Siegler S. Analysis of lumbar spine and hip motion during forward bending in subjects with and without a history of low back pain. *Spine* 1996; 21 (1): 71-8.
 45. Merrithew M. Stott Pilates Essential Reformer Manual. Toronto: Merrithew International Incorporated, 2010.
 46. Simoneau GG. The impact of various anthropometric and flexibility measurements on the sit-and-reach test. *J Strength Cond Res* 1998; 12 (4): 232-7.
 47. López-Miñarro PA, Vaquero-Cristóbal R, Muyor JM, Espejo-Antúnez L. Validez del test sit-and-reach para valorar la extensibilidad isquiosural en mujeres mayores. *Nutr Hosp* 2015; 32 (1): 312-7.
 48. Miñarro PAL, Baranda PS, García PLR, Toro EG. A comparison of the spine posture among several sit-and-reach test protocols. *J Sci Med Sport* 2007; 10 (6): 456-62.
 49. Bohajar-Lax A, Vaquero-Cristóbal R, Espejo-Antúnez L, López-Miñarro PA. Efecto de un programa de estiramiento de la musculatura isquiosural sobre la extensibilidad isquiosural en escolares adolescentes: influencia de la distribución semanal de las sesiones. *Nutr Hosp* 2015; in press. doi: <http://dx.doi.org/10.3305/2Fnh.2015.32.3.9308>.
 50. Díaz-Soler MA, Vaquero-Cristóbal R, Espejo-Antúnez L, López-Miñarro PA. Efecto de un protocolo de calentamiento en la distancia alcanzada en el test sit-and-reach en alumnos adolescentes. *Nutr Hosp* 2015; 31 (6): 2618-23.

Tabla IV
Características del programa de intervención de los estudios incluidos.

<i>Estudios incluidos</i>	<i>Resultados estadísticamente significativos</i>	<i>Resultados NO estadísticamente significativos</i>
Alves de Araújo et al. ¹⁴	GE post-test > GC post-test: t=3.088, p=0.004. Tamaño del efecto: 1,1. GE: pre-test < post-test: Mejora del 80%: t=-7.977, p=0,0001	GC: pre-test > post-test: t=0.938, p=0,371
Amorim et al. ¹⁵	Pierna derecha ANOVA: Efecto grupo x momento: F=10,457, p=0,007. Efecto momento: F=7,413, p=0,017 T TEST: GE: Pre-test < Post-test: p<0,05. GC Post-test < GE Post-test: p<0,05 Pierna izquierda ANOVA: Efecto grupo x momento: F=16,012, p=0,002. Efecto momento: F=22,87, p=0,000 T TEST: GE: Pre-test < Post-test: p<0,05. GC Post-test < GE Post-test: p<0,05	Pierna derecha ANOVA: Efecto grupo: F=0,886, p=0,364 T TEST: GC: Pre-test > Post-test: p>0,05. GC Pre-test > GE Pre-test: p>0,05 Pierna izquierda ANOVA: Efecto grupo: F=4,161, p=0,062 T TEST: GC: Pre-test < Post-test: p>0,05. GC Pre-test < GE Pre-test: p>0,05
Barbosa et al. ¹⁶	Distancia en el test <i>toe-touch</i> : Pre-test < Post-test: 81,98% Inclinación pélvica en el test <i>toe-touch</i> : Pre-test < Post-test: 8,76% Flexión toraco-lumbar del tronco en el test <i>toe-touch</i> : Pre-test < Post-test: 8,35%. Correlación distancia en el test <i>toe-touch</i> con flexión toraco-lumbar: r=-0,90, p<0,04	-
Bertolla et al. ¹⁷	Distancia en el test <i>sit-and reach</i> : GE: Pre-test < Post-test: p<0,05 Flexión del tronco en el test <i>toe-touch</i> : GE: Pre-test < Post-test: p<0,01	Distancia en el test <i>sit-and reach</i> : GC: pre-test > post-test: p>0,05 GE: pre-test < re-test: p>0,05 GC: pre-test = re-test: p>0,05 GC: post-test < re-test: p>0,05 GE: post-test > re-test: p>0,05 Flexión del tronco en el test <i>toe-touch</i> : GE y GC: pre-test < re-test: p>0,05 GC: post-test < re-test: p>0,05 GE: post-test > re-test: p>0,05 GC: pre-test < post-test: p>0,05
Boguszewski et al. ¹⁸	-	GE ₁ : Pre-test < Post-test: p=0,413 GE ₂ : Pre-test > Post-test: p=0,343
Cascales-Ruiz et al. ¹⁹	-	GE: Post-test > Re-test: p=1,000 GC: Post-test < Re-test: p=0,612 ANOVA (grupo x momento): p=0,623
Fonseca da Cruz et al. ²⁰	-	ANOVA: Pre-test y post-test: GE: Pre-test < Post-test: p>0,05. Efecto de Cohen leve: d=0,03 GC: Pre-test = Post-test: p>0,05. Efecto de Cohen leve: d=0,00
García et al. ²¹	-	Flexión torácica y lumbar del tronco: GE: pre-test < post-test: p>0,05 GC: pre-test > post-test: p>0,05 Pre-test y post-test: GE < GC: p>0,05; excepto flexión torácica en post-test Flexión torácica post-test: GE > GC: p>0,05

Tabla IV (cont.)
Características del programa de intervención de los estudios incluidos.

<i>Estudios incluidos</i>	<i>Resultados estadísticamente significativos</i>	<i>Resultados NO estadísticamente significativos</i>
Irez et al. ²²	MANOVA (Grupo x momento): Efecto momento: GE: Post-test > Pre-test + GC: Post-test < Pre-test: F=5,81, p<0,05. Efecto grupo: GE Pre-test y GE post-test > GC pre-test y GC post-test, respectivamente: F=17,44, p<0,05. Efecto momento x grupo: F=12,06, p<0,05	ANOVA: GC pre-test < GE pre-test: F=1,66, p>0,05
Kao et al. ³³	GE: Pre-test < Post-test: p<0,05	Pre-test: GE > GC: p>0,05 Post-test: GE > GC: p>0,05 GC: pre-test < post-test: p>0,05
Kirandi et al. ²³	GE ₂ : pre-test < post-test: Z=-2,873; p=0,004	GE ₁ : pre-test < post-test: Z=-0,69; p=0,49 Pre-test: GE ₁ < GE ₂ : Z=-1,58; p=0,114 Post-test: GE ₁ = GE ₂ : Z=-0,313; p=0,755
Kováč et al. ²⁵	Distancia en el test <i>sit-and reach</i> : ANCOVA: F=4,676; p=0,037 GE: pre-test < post-test: p<0,05 Ángulo en el test del ángulo poplíteo: Pierna izquierda: ANCOVA: F=4,929; p=0,032 GE: pre-test < post-test: p<0,001 Pierna derecha: ANCOVA: F=5,613; p=0,023 GE: pre-test < post-test: p<0,05	Distancia en el test <i>sit-and reach</i> : GC: pre-test < post-test: p>0,05 Ángulo en el test del ángulo poplíteo: Pierna izquierda: GC: pre-test < post-test: p>0,05 Pierna derecha: GC: pre-test < post-test: p>0,05
Kloubec ²⁴	ANOVA: Efecto para el grupo x medición: F=18,6, p<0,001 Efecto para el grupo: F=4367; p<0,001 Dif entre GE ₁ y GE ₂ y GC: p<0,05 Efecto para medición: F=66,2, p<0,001 T-TEST: GE ₁ : Pre-test < Post-test: t=7, p<0,001 GE ₂ : Pre-test < Post-test: p<0,05	T-TEST: GC: Pre-test > Post-test: p>0,05
Mikalacki et al. ²⁶	Distancia en el test <i>sit-and reach</i> : GE: Pre-test < Post-test GC: Pre-test > Post-test MANCOVA: GE y GC: F=5,769; p=0,002 ANCOVA: GE y GC: F=14,82; p=0,000	Distancia en el test <i>toe-touch</i> : GE y GC: Pre-test < Post-test ANCOVA: GE y GC: F=1,223; p=0,274

Tabla IV (cont.) <i>Características del programa de intervención de los estudios incluidos.</i>		
<i>Estudios incluidos</i>	<i>Resultados estadísticamente significativos</i>	<i>Resultados NO estadísticamente significativos</i>
Pertile et al. ²⁷	GE ₂ : Pre-test < Post-test: p<0,05 Pre- test < Re-test: p<0,05	GE ₁ : Pre-test < Re-test < Post-test: p>0,05 GC: Re-test < Pre-test < Post-test: p>0,05 GE ₂ : Re-test < Post-test: p>0,05
Phrompaet et al. ²⁸	ANOVA: GE: Pre-test < Test intermedio < Post-test: F=54,71, p<0,001 Test intermedio y Post-test: GE > GC: F>15,06, p<0,001	GC: Test intermedio < Pre-test < Post-test: F=0,165, p=0,849
Planchy et al. ²⁹	MANOVA: Pre-test: Comparación entre grupos: Flexión toraco-lumbar (GC>GE ₁ >GE ₂): F=8,708;p=0,001 Flexión lumbar (GC>GE ₂ >GE ₁): F=9,104;p=0,001 Post-test: Comparación entre grupos: Flexión lumbar (GC>GE ₂ >GE ₁): F=9,104;p=0,016. T STUDENT: Comparación pre-post-test en el rango de flexión toraco-lumbar y lumbar: GE ₁ : Pre-test < Post-test: p<0,05 GE ₂ : Pre-test < Post-test: p<0,05	MANOVA: Post-test: Comparación entre grupos: Flexión toraco-lumbar: p>0,05 T STUDENT: Comparación pre-post-test en el rango de flexión toraco-lumbar y lumbar: GC: Pre-test < Post-test: p>0,05
Rogers et al. ³⁰	ANOVA CON POST-HOC DE TUKEY: F=15,53; p<0,001 GE: Pre-test < Post-test: p<0,05. Cambio: 8%	ANOVA CON POST-HOC DE TUKEY: GC: Pre-test > Post-test: p>0,05. Cambio: -2%
Segal et al. ³¹	Pre-test < test intermedio ₂ < test intermedio ₁ < post-test: p<0,01	
Sekendiz et al. ³²	ANOVA: F=66,7; p<0,001 GE: Pre-test < Post-test: p=0,000	GC: Pre-test < Post-test: t=.1,219; p=0,231
Silva et al. ³⁴	Pre-test < Post-test: p<0,0001	

GE: Grupo Experimental; GC: Grupo Control



Revisión

Evolution of the intake and nutritional recommendations of calcium and vitamin D for the last 14 years in Spain

Luis Collado Yurrita¹, Graciela Grande Oyarzábal², Elena Garicano-Vilar², María José Ciudad Cabañas¹ e Ismael San Mauro Martín^{1,2}

¹Medicine Department (Complutense University of Madrid). ²Research Centre in Nutrition & Health (CINUSA Group), Spain.

Abstract

Introduction: calcium and vitamin D are essential for the human being. Scientific evidence supports the correlation between both nutrients and their essential processes in the correct functioning of the human's organism, which is what justifies the increase of the recommended ingestion in Spain, since 2001 until nowadays.

Objectives: to analyse the evolution on calcium and vitamin D ingestion related to the evolution of the Dietary Reference Intake, as well as its repercussion, since 2001 until nowadays.

Design/Setting: a bibliographical search in major scientific data bases, PubMed, SciELO and EMBASE was conducted.

Subjects: a review focused on the scientific literature on vitamin D and calcium, the evolution of its intake, changes in nutritional recommendations and the importance and consequences of these aspects.

Results: actual ingestion of calcium and vitamin D, during this period of time, has decreased in Spain, reaching average consumption values below recommended.

Conclusion: it may be necessary to increase the consumption of supplements and fortified foods, in some specific cases, in order to achieve the Dietary Reference Intake.

(Nutr Hosp. 2015;32:1987-1993)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9683

Key words: Calcium. Vitamin D. Daily reference intake. Spain.

EVOLUCIÓN DE LA INGESTA DE CALCIO Y VITAMINA D Y SUS RECOMENDACIONES NUTRICIONALES EN LOS ÚLTIMOS 14 AÑOS EN ESPAÑA

Resumen

Introducción: el calcio y la vitamina D son esenciales para el ser humano. La evidencia científica apoya la correlación entre ambos nutrientes y sus procesos esenciales en el correcto funcionamiento del organismo del ser humano, que es lo que justifica el aumento de la ingesta recomendada en España, desde 2001 hasta hoy en día.

Objetivos: analizar la evolución en la ingesta del calcio y la vitamina D en relación con la evolución de las *Ingestas Diarias Recomendadas*, así como su repercusión, desde 2001 hasta hoy en día.

Diseño: revisión bibliográfica en las principales bases de datos científicas, PubMed, SciELO y EMBASE. Se realizó una revisión centrada en la literatura científica sobre la vitamina D y el calcio, la evolución de su ingesta, cambios en las recomendaciones nutricionales y la importancia y las consecuencias de estos aspectos.

Resultados: la ingestión real de calcio y vitamina D, durante este período de tiempo, ha disminuido en España, alcanzando valores medios de consumo por debajo recomendado.

Conclusión: es posible que sea necesario aumentar el consumo de suplementos y alimentos fortificados, en algunos casos específicos, a fin de lograr la *Ingesta Diaria Recomendada*.

(Nutr Hosp. 2015;32:1987-1993)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9683

Palabras clave: Calcio. Vitamina D. Ingesta diaria recomendada. España.

Correspondence: Luis Collado Yurrita.
Medicine's Department.
Complutense University of Madrid).
Plaza de Ramón y Cajal s/n, 28040 Madrid, Spain.
E-mail: lcollado@ucm.es

Recibido: 27-VII-2015.
Aceptado: 17-VIII-2015.

Abbreviations

AECOSAN: *Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición*.

Ca: Calcium.

DRI: Dietary Reference Intake.

EAR: Estimated Average Requirement.

EFSA: European Food Safety Authority.

Fe: Iron.

FOS: Fructooligosaccharides.

IOM: Institute of Medicine.

MD: Mediterranean Diet.

RDA: Recommended dietary allowance.

UL: Upper intake Level.

Zn: Zinc.

Introduction

An adequate intake of calcium and vitamin D, in a well-balanced Mediterranean Diet (MD), is necessary in all stages of life. Scientific evidence links them to bones development¹ and maintenance², but they are also essential in other processes. Calcium contributes to blood coagulation, energetic metabolism, neuromuscular and digestive enzymes function and to cellular's division and differentiation. Vitamin D contributes to calcium and phosphorus absorption and calcium homeostasis in blood; it is involved in the correct immune system and muscles functioning, and in cellular division process³. Prospective cohort studies have shown a relationship between 25-hydroxy-vitamin D3 low serum concentration and increased risk of colorectal cancer, cardiovascular, infectious and autoimmune diseases and diabetes mellitus type II. It has been proved, that 10 μg of vitamin D daily supplementation prevents rickets^{3,4}.

To meet calcium and vitamin D requirements, which ensures optimal functions, Dietary Reference Intake (DRI) are established (10-20 μg /day of vitamin D and 1200-1500 mg/day of calcium, depending on age). EFSA (**E**uropean **F**ood **S**afety **A**uthority), of European scope, or AECOSAN (*Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición*), in Spain, are responsible for estimating the DRI and its compliance. Recent research has modified recommended values for an optimal health condition, to others capable of avoiding diseases⁵.

Recommended dietary allowances (RDA) are estimated with a wide safety margin (they cover the needs of 97.5 % of the population)⁶. Normally a person may be at risk of deficiency when, at least, 80% of DRI is not reached. However, this percentage is a vague criterion so any possible deviation must be confirmed with individual biochemical, anthropometrical and clinical studies⁷.

As sources that provide higher levels of calcium and vitamin D, the following should be considered:

VITAMIN D sources. Exposure to sunlight contributes to 2/3 of vitamin D supply per year; diet to the other third. Even so, both may turn out to be insuffi-

cient. Certain groups may need vitamin D supplements (preferably D3), such as enriched margarine or milk⁴. The 8 fish/shellfish richest in vitamin D are: eel (20 μg /100g), herring (17 μg /100g), salmon (15 μg /100g), sardines (11 μg /100g), mackerel (10 μg /100g), trout, oysters (8 μg /100g) and anchovy (7 μg /100g)⁸, which surpass 100% of DRI for one meal and contribute to 70% of vitamin D DRI. In a minor extent, products like liver, eggs and dairy products, provide 66%, 21% and 3% of DRI, respectively. Cereals, vegetables, fruits, nuts and legumes are considered to be lack of vitamin D. Vitamin D-fortified foods become necessary in individuals not able to cover vitamin D needs through endogenous synthesis⁹. Beneficial effects of sun exposure, such as for vitamin D production, can be fully achieved while still avoiding too much sun exposure, which is the main cause of skin cancer¹⁰.

CALCIUM sources: dairy products (cheese: 636mg/100g; fat milk: 120mg/100g; yogurt: 142mg/100g)¹¹ which cover 20-30% of DRI needs per meal and contribute to 44% of daily calcium ingestion. Certain vegetables (spinach: 126mg/100g; endive: 67mg/100g; leek: 60mg/100g)¹² cover 10-20% of DRI needs per meal. All shellfish and legumes can cover 16% and 10% of DRI needs per meal, respectively¹².

Calcium intake, in Spanish adult population, is lower than AECOSAN recommendations. The inadequacy of its intake is particularly significant in postmenopausal women (600 mg Ca/day) and >65 years old men¹³. 20.5% ingested calcium supplements – depending on age, sex and region – but only the 23.2% with deficient ingestion used them.

One of the most effective mechanisms to increase calcium absorption is vitamin D intake, due to its calcium control and regulation contribution, magnifying its intestinal absorption by increasing synthesis of calcium transporting protein¹⁴. Therefore, dairy products are conceived as a good choice to maintain calcium homeostasis, if ingested regularly.

Another strategy to increase calcium absorption involves intake of fructooligosaccharides (FOS)¹⁵. FOS decrease intestinal pH as a result of short chain fatty acids production. This pH drop increases calcium solubility and its paracellular and transcellular transportation^{16,17}.

Similarly, vitamin D deficiency is common, especially among elderly, whose skin production and renal synthesis is limited¹⁸. Spanish women vitamin D ingestion is inferior to 84.3%, and lower than 67% of recommendations in 72.2%; menopausal women ingestion is inferior to 85.2%, and lower than 67% of recommendations in 75.9%¹⁹. Vitamin D needs duplicate in 50-59 year old population, therefore, its consumption is highly distant to the recommended⁶.

Vitamin D is scarce in the diet, making it difficult to reach its DRI and causing an imperative public health problem. For this reason, vitamin D-fortified food products have been suggested²⁰. Enriched milk provides 15% of DRI against 3% provided by non-enriched milk.

Objectives

Analyse the evolution on calcium and vitamin D ingestion related to the evolution of the DRI since 2001, as well as its repercussion. Specific objectives: 1) To know the evolution of calcium DRI and vitamin D DRI since 2001, in Spain; 2) To analyse real average calcium and vitamin D consumption since 2001, in Spain; 3) To study the consequences of the lack of temporary uniformity and real adjustment to the needs of Spanish population.

Methodology

Review study, focused on the scientific literature on vitamin D and calcium. In particular on the evolution of its intake, on changes in nutritional recommendations and on the importance and consequences of these aspects. Therefore, a bibliographical search in major scientific data bases, PubMed, SciELO and EMBASE, was conducted.

To retrieve the most relevant studies, different strategies were designed by combining keywords according to the type of study required, with the highest scientific evidence. The search was limited to a period of time, mostly, did not exceed ten years of existence (2003-2013).

The search strategy used in PubMed was: (“vitamin D deficiency”[MeSH Terms] OR “vitamin D deficiency”[All Fields]) AND ((Meta-Analysis[p-ty] OR systematic[sb]) AND “2004/03/25”[PDat]: “2014/03/22”[PDat] AND “humans”[MeSH Terms]). Expressions of interest: (“vitamin d intake”, “calcium deficiency”, “calcium intake”, etc) AND (“calcium”[MeSH Terms] OR “calcium”[All Fields]) AND (“osteoporosis, postmenopausal”[MeSH Terms] OR (“osteoporosis”[All Fields] AND “postmenopausal”[All Fields]) OR “postmenopausal osteoporosis”[All Fields] OR “osteoporosis”[All Fields] OR “osteoporosis”[MeSH Terms])) AND ((Meta-Analysis[p-ty] OR systematic[sb]) AND “2004/03/25”[PDat]: “2014/03/22”[PDat] AND “humans”[MeSH Terms]).

Same procedure was followed for vitamin D and adapted to every search engine.

BEDCAs network was examined, also the opinions of the EFSA panel, responsible for regulating the reviewed aspects in this paper and the DRI of Institute of Medicine.

Results

In table I, vitamin D DRI is shown for years 2001, 2004, 2011 and 2013. Until 2004, vitamin D DRI was 5 µg for every age range, except for ages between 50-70 years, which showed a DRI of 10 µg, and population >70 years, who had a DRI of 15 µg. From 2011 on, DRI is increased to 10 µg for all ages, and between 20-25 µg in prematurity. The last DRI published maintains 10 µg/day for everyone, except in population >70 years, amounting to 20 µg/day.

Currently, the upper level (UL) of vitamin D for adults, pregnant and lactating women, is established in 100 µg/day. For children and adolescents twice as much as in 2001. The UL is set at 50 µg/day for ages 1-10 years and at 25 µg/day for infants up to 1 year, without changes in comparison to 2001 DRI. Data obtained from European population indicates vitamin D intake is below the UL in all subgroups²¹.

Tabla I
Vitamin D DRI and UL

Vitamin D	2001	2004	2011	2013	IR		2001	2004	2011	2013	UL	
					Increase						Increase	
					2001-2013						2001-2013	
Age Range	DRI(µg/d)	DRI(µg/d)	DRI(µg/d)	DRI(µg/d)		UL(µg/d)	UL(µg/d)	UL(µg/d)	UL(µg/d)			
Newborns from 0 to 12 months	5	5	10	10	100%	25	25	25	25		0%	
Newborns from 1 to 10 years	5	5	10	10	100%	50	50	50	50		0%	
11-49 years	5	5	10	10	100%	50	50	100	100		100%	
50-70 years	10	10	10	10	0%	50	50	100	100		100%	
>70 years	15	15	10	20	33,34%	50	50	100	100		100%	
Pregnancy	5	5	10	10	100%	50	50	100	100		100%	
Lactation	5	5	10	10	100%	50	50	100	100		100%	
Prematurity	-	-	20-25	20-25	-	-	-	100	100		-	

Vitamin D DRI and UL in 2001, 2004, 2011 and 2013, in reference to all stages of life. Data shown in µg per day, and percentage increase from 2001 to 2013^{23,24}.

In table II, calcium DRI is shown for years 2001, 2004, 2011 and 2013. DRI increased in 2011 in several age ranges, especially from 4-8 years, which increased to 1200 mg/day, from 9-24 years, increasing to 1200-1500 mg/day, and for >65 years, increasing from 1200 mg/day, in 2001, to 1500 mg/day in 2011. A DRI of 100 mg/kg is set in prematurity. Actual DRI hold the same values.

Calcium UL is set on 2,500 mg/day in adults, pregnant and lactating women. European data indicates that calcium ingestion in great adult men consumers can be close to the UL. Available data is insufficient to establish an UL for newborns, children and adolescents, but it has not been identified any risk with the UL of calcium consumption in this groups¹⁴.

Table III shows the actual real average intake of calcium and vitamin D. In both cases a decreasing tendency is observed, with actual mean values of calcium around 860 mg/day and 4 µg/day of vitamin D.

Discussion

Calcium and vitamin D DRI have been increasing since 2001, due to the importance of an adequate supply for an optimum functioning of the organism and prevention of diseases⁵.

In the particular case of vitamin D, the DRI have increased, in comparison with 2001, by 100% from birth to 50 years old stage, as well as for pregnant and lactating women. The values for 50-70 years old are stable and in senior population, values reach 20 µg/day (an increase of 33.34%) as production is reduced and renal synthesis is also altered¹⁸.

Vitamin D DRI increase is justified after multiple studies that relate higher intakes of it with the prevention of various diseases⁴.

Children up to 4 years old: 10 µg/day to prevent rickets.

Women 50-70 years old: 10 µg/day to reduce bone fractures.

Tabla II
Calcium DRI and UL

Calcium	2001		2004		Ages	2011		2013		DRI Increase 2001-2013	UL Increase 2001-2013
	DRI (mg/d)	UL (mg/d)	DRI (mg/d)	UL (mg/d)		DRI (mg/d)	UL (mg/d)	DRI (mg/d)	UL (mg/d)		
Age Range											
Newborns from 0 to 6 months	210	ND	210	ND	Newborns from 0 to 6 months	210	ND	210	ND	0%	-
7-12 months	270	ND	270	ND	7-12 months	270	ND	270	ND	0%	-
1-3 years	500	2500	500	2500	1-3 years	500	2500	500	2500	0%	0%
4-8 years	800	2500	800	2500	4-8 years	800- 1200	2500	800- 1200	2500	0 a 50%	0%
9-18 years	1300	2500	1300	2500	9-24 years	1200- 1500	2500	1200- 1500	2500	-7,69% a 15,38%	0%
19-50 years	1000	2500	1000	2500	25-65 years	1000	2500	1000	2500	35% (19-25 years) 0% (25-49 years)	0%
50-70 years	1200	2500	1200	2500						-16.67% (50-65 years)	0%
>70 years	1200	2500	1200	2500	>65 years	1500	2500	1500	2500	25%	0%
Pregnancy <18	1300	2500	1300	2500	Pregnancy	+500	2500	+500	2500	38%-50%	0%
Pregnancy <18	1000	2500	1000	2500							
Lactation <18	1300	2500	1300	2500	Lactation	+500	2500	+500	2500	38%-50%	0%
Lactation <18	1000	2500	1000	2500							
Prematurity	-	2500	-	2500	Prematurity	100 mg/kg	2500	100 mg/kg	2500	-	0%

Calcium DRI and UL for 2001, 2004, 2011 and 2013, in reference to all stages of life, shown in mg per day or mg/kg/day, as well as the percentage increase from 2001 to 2013, choosing for its calculation the average value in those recommendations show in the margins^{23,24}.

Tabla III
Real average intake of calcium and vitamin D from 2000 to 2011

	2000	2003	2006	2008	2011
Calcium (mg)	889	997	871	874	860
Vitamin D (µg)	5.6	6.2	6.4	4.4	4.0

Real average mgestion of Calcium and Vitamin D for years 2000, 2003, 2006, 2008, y 2011 shown in mg per day for Calcium and ~g per day for Vitamin Data obtained from Otten JJ et al⁵.

Seniors >70 years: 20 µg/day to reduce bone fractures.

Pregnant women: 10 µg/day to prevent low birth weight in newborns.

Calcium DRI have also increased, namely in age range groups of 4-8 years (800-1200 mg), which means a 50% increase if compared with 2001, in 9-24 years (1200-1500 mg), which means an increase of 15.4% until the age of 18, and a 50% increase between ages 19-24^{22,23}. In pregnant women the increase (+500 mg/day) is also significant, with a variation of > 50% if compared with 2001, as well as in senior citizens (1500 mg Ca), whose DRI were increased by 25%. For ages between 50-65 years, DRI values have decreased from 1200 to 1000 mg/day. What justifies the increase of calcium DRI is based on the conclusions reached by several studies about the importance of calcium in bone health^{1,2,3}.

Proportionally to the DRI increase occurred in Spain since 2001, the real intake of calcium and vitamin D has decreased progressively, reaching mean values of 860 mg calcium and 4 µg vitamin D, both in 2011⁶. This is alarming because, apart from showing a downward intake every year, neither case reach established DRI. According to Estaire P et al (2012)²⁴, average calcium intake was below the recommended in 78.4% of participants (70% males, 86% women), with ingestions under 67% of DRI in 33.7% of participants (25.5% males, 40.9% women). The main source of calcium taken was dairy products (58.7%) and, in fact, individuals who reached DRI of calcium had higher consumption of them (551.3 ± 240.4 g/day) compared to individuals who did not comply with the DRI (305.0 ± 150.3 g/day).

This mismatch between DRI and real ingestion could be due to the time set elapses since the new DRI establishment, based on scientific research, and its application, compromising populations' health. Reliability should be evaluated to conclude firmly in these needs/lacks for a specific population, with methodologies based in subjective records and auto-referred recounting. A recent study by San Mauro I (2014)²⁵ has stated a variability between 7 tools (food composition tables and menu calibration software), with a difference of 27% (342 mg) for calcium and 61% (6 µg) for vitamin D between the highest and lowest of the tools, concluding that actual methods for DRI evaluation, using national and international data bases, are not entirely reliable.

Another study²⁶ has tried to further, trying to establish DRI for bioactive food components, since there is an essential scientific evidence to validate the relation between its consumption and optimum health conditions.

In other countries, the average calcium and vitamin D ingestion has been studied. A Canadian study²⁷ found that vitamin D intake, related to the established DRI, was low and decreased since 2011 (11.1% in winter; 13.0% in summer), compared with the values obtained in 1997 (40% in winter; 47.8% in summer). Dairy products and fish were suggested as the main sources of vitamin D. Another study²⁸, focused on Inuit people and childbearing age women, determined inadequate intake of vitamin D, suggesting the need for supplementation protocols and/or food fortification to address this problem. A Spanish study²⁹ estimated the contribution of this and other minerals in food products. Results showed that the levels of trace elements were specially low and insufficient (mainly Fe, Zn and Ca) taking in consideration the DRI.

Due to the public health problem that vitamin D deficiency causes, Uriu-Adams JY (2013)³⁰ discussed the potential value of vitamin D supplementation in high risk pregnancies, during lactation time and early childhood, as this deficiency has been suggested as a risk factor for developing preeclampsia, partnering with a higher risk of skeletal disruptions and vascular or immunological disorders. Consumption of vitamin D low diets and inadequate exposure to sun are the main causes of deficiency. Black LJ et al (2014)³¹ defends vitamin D fortification of food products, specially breakfast cereals, spreadable greases and milk, as an option to reach the DRI in children (5-12 years old) and adolescents (13-17 years old). Similarly, and to prevent vitamin D deficiencies in children of 1-2 years old, Ghisolfi J et al (2012)³² established that consumption of growing-up milk (≥ 250 ml/day) reduces significantly risk of vitamin D deficiency, α acid – linolenic, Fe, and vitamin C, comparing it to cow's milk consumption (≥250 ml/day). Despite the benefits that could arise from fortification or supplementation, there is no consensus on how to choose the optimal dose, the vitamin D type and how to use evidences to monitor treatments in adults³³.

It is considered, in one hand that the actual consumption of calcium and vitamin D in the worldwide population is far from the DRI, causing concerns

that could entail consequences on health. But, on the other hand, it is suggested that the evaluation methods of those DRI are not completely reliable and perhaps may be overestimated. Baladia E (2014)³⁴ supports this theory and confirms that, according to the Institute of Medicine, intakes below the recommended should not be assumed to be inadequate, as RDA, by definition, exceed the real requirements of the entire population, and proposed another method to estimate the prevalence of inadequate intakes: the EAR (Estimated Average Requirement), based on the fact that prevalence of an inadequate intake of a population is the proportion of the individuals in the group with intakes below the EAR. On the contrary, another author³⁵, justifies the DRI increase at certain stages of life (childhood or senior age) and manifests an insufficient intake of dairy products necessary to meet the DRI.

Conclusions

It has been stated the increase, nationally and internationally, of calcium and vitamin D DRI. This increase is found to be slow and the used methods to calculate the DRI have been criticised, as well as the population's deficit of both nutrients ingestion, which represents a public health problem. More studies should be carried out to demonstrate the reliability of DRI, using a more exact methodology, closer to reality. A suggestion could be population sampling, not just registers, made in health centres and hospitals, measuring calcium and vitamin D levels in blood, in order to obtain results that can be applied in preventive medicine as a way of achieving an optimal health condition.

References

- Bresson JL, Flynn A, Heinonen M, et al. Calcium and vitamin D and bone strength. *EFSA Journal*. 2008; 828, 1-13.
- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). Scientific Opinion on principles for deriving and applying Dietary Reference Values. *EFSA Journal*. 2010; 8(3):1458.
- Wahlqvist ML. Vitamin D status and food security in North-East Asia. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2013; 22(1):1-5.
- Institute of Medicine (US) Committee to Review Dietary Reference Intakes for Vitamin D and Calcium; Ross AC, Taylor CL, Yaktine AL, et al., editors. Washington (DC): National Academies Press (US); 2011.
- National Institutes of Health. Nutrients recommendations: dietary reference intakes (DRI). Cited Jul 7, 2015. Available at: http://ods.od.nih.gov/Health_Information/Dietary_Reference_Intakes.aspx/.
- del Pozo-de la Calle S, Ávila-Torres JM, Cuadrado-Vives C, et al. Valoración Nutricional de la Dieta Española de acuerdo al Panel de Consumo Alimentario. Ed. Fundación Española de Nutrición, 2012.
- Carbajal Á. Ingestas recomendadas de energía y nutrientes. In: León Ud (ed). Nutrición y dietética: León. 2003.
- Bourre JM, Paquette P. Contribution de chaque produit de la pêche ou de l'aquaculture aux apports en DHA, iode, selenium, vitamines D et B12. *Méd Nut*. 2006; 42(3):113-127.
- Mataix Verdú J, de la Higuera López-Frías M. Vitamina D3, hormona D3 y la regulación homeostática del calcio. En Mataix Verdú J, compilador. Nutrición y alimentación humana. Madrid: Ergon; 2009. p.261.
- Greinert G, de Vries E, Erdmann F, et al. European Code against Cancer 4th edition: Ultraviolet radiation and cancer. *Cancer Epidemiol*. 2015. doi: 10.1016/j.canep.2014.12.014.
- French Daily Board (CNIEL). Minerals in milk and milk products. International Daily Federation. 2007. [Available at: <http://www.idfdairynutrition.org/Files/media/FactSheetsHP/Final-HP-Fact-sheet-Minerals-080225.pdf>]
- Mataix Verdú J, Llopis González J. Minerales. En Mataix Verdú J, compilador. Nutrición y alimentación humana. Madrid: Ergon; 2009. 273-274.
- Fan T, Nocea Modi GA, Stokes L, et al. Evaluation of calcium intake in Spanish adult population. Study INDICAD Calcium and vitamin D intake by postmenopausal women with osteoporosis in Spain: an observational calcium and vitamin D intake (CaVIT) study. *Clinical Interventions in Aging*. 2013; 8:89-696.
- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Scientific Opinion on the Tolerable Upper Intake Level of calcium. *EFSA Journal*. 2012; 10(7):2814.
- López-Huertas E, Teucher B, Boza JJ, et al. Absorption of calcium from milks enriched with fructooligosaccharides, caseinophosphopeptides, tricalcium phosphate, and milk solids. *Am J Clin Nutr*. 2006; 83(2):310-6.
- Díaz de Barbosa G, Guizzardi S, Tolosa de Talamoni N. Molecular aspects of intestinal calcium absorption. *World J Gastroenterol*. 2015; 21(23):7142-54.
- Suzuki T, Hara H. Diffructose anhydride III and sodium caprate activate paracellular transport via different intracellular events in Caco-2 cells. *Life Sci*. 2006; 79(4):401-10.
- Varela-Moreiras G. Libro blanco de la nutrición en España. Madrid: Fundación Española de la Nutrición (FEN) y Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN), 2013.
- Ortega Anta RM, González-Rodríguez LG, Navia-Lombán B, et al. Ingesta de calcio y vitamina D en una muestra representativa de mujeres españolas; problemática específica en menopausia. *Nutr Hosp*. 2013; 28(2).
- Mendoza N. Importancia de obtener las cantidades de vitamina D que necesitamos. Encuentro Nacional de Salud y Medicina de la Mujer. 2012.
- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Scientific Opinion on the Tolerable Upper Intake Level of vitamin D. *EFSA Journal*. 2012; 10(7):2813.
- Nap.edu [Internet]. Dietary Reference Intakes: vitamins. Washington: The National Academies, 2001. Available at: <http://www.iom.edu/Global/News%20Announcements/~media/474B28C39EA34C43A60A6D42CCE07427.ashx>
- Nap.edu [Internet]. Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Intakes for Individuals, Vitamins. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies, 2004. Available at: http://iom.edu/Activities/Nutrition/SummaryDRIs/~media/Files/Activity%20Files/Nutrition/DRIs/RDA%20and%20AIs_Vitamin%20and%20Elements.pdf.
- Estaire P, González-Rodríguez LG, López-Sobaler AM, et al. Food Sources and Intake of Calcium in a Representative Sample of Spanish Adults. *Food and Nutrition Sciences*. 2012; 3:1269-1276.
- San Mauro I, Hernández B. Herramientas para la calibración de menús y cálculo de la composición nutricional de los alimentos; validez y variabilidad. *Nutr Hosp*. 2014; 29(4):929-934.
- Lupton JR, Atkinson SA, Chang N, et al. Exploring the benefits and challenges of establishing a DRI-like process for bioactives. *Eur J Nutr*. 2014.
- Slater J, Larcombe L, Green C, et al. Dietary intake of vitamin D in a northern Canadian Dené First Nation community. *Int J Circumpolar Health*. 2013; 72.
- Kolahdooz F, Barr A, Roache C, et al. Dietary adequacy of vitamin D and calcium among Inuit and Inuvialuit women of child-bearing age in Arctic Canada: a growing concern. *PLoS One*. 2013; 8(11):e78987.

29. Moreno Rojas R, Cañal-Ruiz C, Benajiba N, et al. Probabilistic assessment of the intake of trace elements by consumption of weaning foods in Spain. *Ecol Food Nutr.* 2013; 52(3):251-65.
30. Uriu -Adams JY, Obican SG, Keen CL. Vitamin D and maternal and child health: overview and implications for dietary requirements. *Birth Defects Res C Embryo Today.* 2013; 99(1):24-44.
31. Black LJ, Walton J, Flynn A, et al. Adequacy of vitamin D intakes in children and teenagers from the base diet, fortified foods and supplements. *Public Health Nutr.* 2014; 17(4):721-31.
32. Ghisolfi J, Fantino M, Turck D, et al. Nutrient intakes of children aged 1-2 years as a function of milk consumption, cows' milk or growing-up milk. *Public Health Nutr.* 2013; 16(3):524-34.
33. Kennel KA, Drake MT, Hurley DL. Vitamin D deficiency in adults: when to test and how to treat. *Mayo Clin Proc.* 2010; 85(8):752-7.
34. Baladia E, Basulto J, Manera M. ¿Sobreestimación de la prevalencia del riesgo de ingesta inadecuada de calcio en escolares españoles? Comparación de la ingesta observable con las ingestas dietéticas de referencias: uso del estimated average requirement (EAR) versus las recommended dietary allowances (RDA). *Nutr Hosp.* 2013; 28(3):971-972.



Original/Obesidad

Factores del vínculo temprano madre-hijo asociados a la obesidad infantil

Gabriela Vargas Martínez¹, Claudia Cruzat Mandich², Fernanda Díaz Castrillón³,
Catalina Moore Infante⁴ y Valentina Ulloa Jiménez⁵

¹Centro de Cirugía de la Obesidad, Hospital DIPRECA. Vital Apoquindo 1200, Las Condes. Santiago, Chile. ²Centro de Estudios de la Conducta Alimentaria (CECA). Escuela de Psicología. Universidad Adolfo Ibáñez, Diagonal Las Torres 2640. Peñalolén (Santiago), Chile. ³Centro de Estudios de la Conducta Alimentaria (CECA), Escuela de Psicología, Universidad Adolfo Ibáñez, Diagonal Las Torres 2640. Peñalolén (Santiago), Chile. ⁴Centro de Estudios de la Conducta Alimentaria (CECA). Escuela de Psicología. Universidad Adolfo Ibáñez. Diagonal Las Torres 2640. Peñalolén (Santiago), Chile. ⁵Universidad del Desarrollo. Avenida Plaza 680, San Carlos de Apoquindo. Las Condes (Santiago), Chile.

Resumen

El objetivo del presente trabajo es describir las vivencias de un grupo de madres con hijos obesos, respecto a cómo el vínculo temprano madre-hijo afecta a la relación que ambos tienen con la alimentación y cómo esto, a su vez, incide en la obesidad del niño. Estudio cualitativo, exploratorio, de carácter descriptivo. La muestra está constituida por cinco mujeres chilenas entre 22 y 39 años, con hijos obesos entre 2 y 4 años. Se realizaron entrevistas en profundidad y se usó la codificación abierta como técnica de análisis. Los resultados muestran una tendencia de las madres a establecer relaciones de apego inseguro, dificultades de sintonización y expresión afectiva, y predominio de un estilo de crianza permisivo en torno a la comida. Esto tiene importantes implicaciones para la prevención y tratamiento de la obesidad desde el punto de vista de las pautas vinculares madre-hijo.

(Nutr Hosp. 2015;32:1994-1999)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9571

Palabras clave: Obesidad. Vínculo temprano. Estilos de apego. Estilos de crianza.

**EARLY MOTHER-CHILD BONDING FACTORS
ASSOCIATED WITH CHILDREN OBESITY**

Abstract

The aim of this study is to describe the experience of a group of mothers with obese children, regarding how early bond affects the relationship that both have with food and this, in turn, impacts on childhood obesity. The present study has a qualitative, exploratory and descriptive design. The sample consists of five Chilean women between 22 and 39 years old, with obese children between 2 and 4 years old. In-depth interviews were carried out and open coding strategy was used as method of analysis. Results show a tendency of mothers to establish insecure attachment relations, difficulties of tuning and expression of affection, and a predominance of a permissive parenting style around food. This has important implications for prevention and treatment of obesity, focusing on the attachment bond between mother and child.

(Nutr Hosp. 2015;32:1994-1999)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9571

Key words: Obesity. Early bonding. Attachment styles. Parental styles.

Introducción

La obesidad es una de las patologías más prevalentes en la actualidad y se ha incrementado dramáticamente en niños y adolescentes. Se ha visto que la obesidad de los padres es un importante factor de riesgo para la obesidad en los niños¹. Asimismo, la probabilidad de que los hijos presenten obesidad, es significativamente mayor en madres que subestiman o distorsionan el estado nutricional de sus hijos^{2,3}, y que en gran porcentaje no muestran intenciones de revertir la condición de obesidad en ellos⁴.

Kohan⁵ plantea que las madres obesas tienden a interpretar las necesidades del lactante como si fueran

Correspondencia: Catalina Moore Infante.
Centro de Estudios de la Conducta Alimentaria (CECA).
Escuela de Psicología. Universidad Adolfo Ibáñez.
Diagonal Las Torres 2640. Peñalolén (Santiago), Chile.
E-mail: catamoore@gmail.com

Recibido: 8-VII-2015.
Aceptado: 7-VIII-2015.

las propias, y suplen los requerimientos afectivos con sobre alimentación; el niño relaciona así comida con amor. Se ha encontrado en familias con hijos obesos, cierta incapacidad de la madre para transmitir afecto al niño, reemplazando esta demostración por aportación alimenticia⁶. Kohan⁵ señala que pueden producirse alteraciones a nivel de la corteza orbitofrontal del hijo, que afectarían la voluntad para controlar la ingesta. De esta forma, los niños pierden la capacidad de negarse frente al alimento, y asocian nutrición con emoción.

Por otro lado, el estado emocional durante el embarazo puede influir en la malnutrición de los hijos. Una embarazada inestable, ansiosa y con tristeza crónica se asocia, entre otras cosas, a dificultades en la alimentación y sueño del futuro hijo⁷. La depresión materna es una de las principales variables familiares relacionadas al fracaso de la terapia en obesidad infantil y a la dificultad de la madre para hacerse cargo de las necesidades del hijo⁸. Así, la relación temprana madre-hijo favorecería la configuración del sí mismo, la mentalización de los estados fisiológicos y afectivos, y la consecuente regulación emocional, que ayudarían al lactante a enfrentar el estrés a lo largo del desarrollo^{5,9,10}. En este sentido, la calidad del vínculo tiene implicancias importantes para la forma en que el niño enfrente posteriormente su nutrición^{5,11,12,13}. La satisfacción inadecuada de ciertas necesidades en los primeros años de vida, puede desarrollar alteraciones en los patrones de apego, generando áreas de desajuste en la vida adulta, entre ellas, los hábitos alimenticios^{14,15}.

Lo anterior refuerza la importancia del vínculo madre-hijo y la interpretación que la madre hace de las señales del lactante. Un adecuado acoplamiento en la díada produciría una homeostasis en la regulación emocional^{12,16}. El vínculo se constituye así en un factor fundamental, debido a su relación con la sobrecarga nutricional de los hijos^{1,5}.

En este contexto, el objetivo del presente estudio es describir las vivencias subjetivas de madres con hijos obesos respecto a las dinámicas relacionales establecidas durante los primeros años de vida. Se busca profundizar en la percepción de las madres sobre el tipo de vínculo desarrollado con el hijo y cómo éste podría influenciar su estado nutricional.

Metodología

Diseño

La presente investigación tiene un carácter descriptivo exploratorio, de corte transversal. Se utilizó una metodología cualitativa, para entender los contextos de significado desde los cuales los sujetos operan¹⁷. Se basó en el enfoque de La Teoría Fundamentada de Glaser y Strauss¹⁸, ampliamente utilizado en la actualidad para estudios cualitativos. Consiste en la formulación de una teoría derivada de datos recopilados de manera sistemática, y analizados por medio de un proceso de

investigación. No se inicia el proyecto con una teoría preconcebida, sino más bien con un área de estudio, permitiendo que la teoría surja a partir de los datos¹⁹. Se destaca el carácter inductivo y emergente, en que a partir de preguntas directrices que guían el proceso de exploración, se busca construir lo que los participantes ven como su realidad social²⁰.

Participantes

Se realizó un muestreo teórico²¹, en que la recolección de datos es guiada por los conceptos que van emergiendo de la información recopilada, y se van seleccionando las personas que maximicen las oportunidades de descubrir variaciones entre los conceptos. El muestreo y el análisis deben ocurrir de manera simultánea¹⁹.

Se utilizaron los siguientes criterios de inclusión: (a) hijo entre 24 y 48 meses de edad, (b) hijo único o primer hijo, (c) crianza exclusiva de la madre, es decir, que no se haya encontrado trabajando desde el nacimiento del hijo y hasta los 36 meses de edad, (d) familias biparentales, en que el padre sea el proveedor principal (e) hijo con diagnóstico de obesidad, (f) madres con sobrepeso. Como criterios de exclusión se establecieron: (a) obesidad del hijo por causas médicas, (b) diagnóstico reciente de obesidad del niño, (c) trastornos del desarrollo o discapacidad física del hijo, (d) estar actualmente en tratamiento psicológico o por obesidad, (e) depresión postparto en la madre.

Para realizar el muestreo se utilizó la técnica de *bola de nieve*, que consiste en un procedimiento en cadena, en que se identifica a un individuo (o grupo de individuos) con las características requeridas y luego son los propios participantes los que cumplen el rol de sugerir a otras personas que cumplan con los criterios de inclusión (y exclusión), y así sucesivamente hasta llegar a una *saturación teórica*.

El proceso de recolección de datos finalizó cuando ya no emergieron datos nuevos, y las categorías estuvieron bien desarrolladas¹⁹. La muestra quedó constituida por cinco madres de hijos obesos de entre 2 y 4 años, cuyas edades fluctuaban entre los 22 y los 39 años al momento de la entrevista.

Técnica de producción y análisis de datos

Se escogió la entrevista en profundidad semi-estructurada como técnica de producción de información, la que se realizó a partir de un guión temático basado en preguntas directrices, tales como: ¿Qué emoción experimentó al saber del embarazo y en el primer contacto con el bebé? ¿Cómo reaccionaba frente al llanto del niño? ¿Qué sentía al momento de alimentar al bebé, al hacerlo dormir, y al jugar con él? ¿Cómo era la actitud del niño al recibir el alimento? ¿Cómo era la situación

del amamantamiento? ¿Cómo establece los límites del niño? ¿Se respetan los horarios y rutinas? ¿Cómo describiría el estilo de crianza característico? ¿Cuál es la relación que existe entre alimentación y castigo/premio?

Para el análisis de los datos se utilizó la codificación abierta. El objetivo es generar un análisis descriptivo a partir de las entrevistas transcritas, organizando la información, y elaborando conceptos (fenómeno al que se le ha puesto una etiqueta) y categorías²². La conceptualización es el proceso de agrupar puntos similares según algunas propiedades definidas y darles un nombre que represente el vínculo común. Al conceptualizar, se reduce gran cantidad de datos a partes más pequeñas y manejables¹⁹.

Criterios de rigor científico y aspectos éticos

Para asegurar la credibilidad de los datos, se utilizó la triangulación de análisis entre investigadoras y con las madres. Para asegurar la estabilidad de los resultados se controlaron ciertas variables a través de los criterios de inclusión y exclusión, las preguntas directrices y la pauta de entrevista²⁰.

Para resguardar la confidencialidad de las personas entrevistadas, se entregó a las madres que participaron voluntariamente de la investigación, una carta de consentimiento informado, en la que se explicitó el anonimato y el procedimiento a seguir en el estudio.

Resultados

A continuación se presentan los resultados de la codificación abierta. Se describe la información separada en dos períodos: (1) Amamantamiento/Lactancia y (2) Primera Infancia. Dentro de estos períodos se organizan los relatos en torno a categorías temáticas referentes a las dinámicas relacionales madre-hijo.

Período de Lactancia y Amamantamiento.

Los tópicos que las madres mencionan como más relevantes en esta etapa son: momento del parto, actitud de la madre y del hijo frente a la lactancia, y creencias acerca de la calidad de la leche.

Momento del parto. En el momento del parto, cuatro de las cinco madres comentan no haber recibido a su hijo después del parto, por encontrarse bajo los efectos de sedación. El padre es quien estableció el primer contacto y comunicación con él, por lo que no tienen registro personal de esas primeras sensaciones corporales.

“... él lo recibió, fue el primero que lo vio, él le cortó el ombligo, yo lo vi como a la media hora después, porque estaba sin conciencia” (EI). “Mi pareja lo recibió y le hablaba y todo, pero era llorón y todo” (EII).

Describen que, en los primeros momentos estaban expectantes por recibir a su hijo y expresan sentimientos de ansiedad. Dos de ellas señalan haber sentido felicidad y necesidad de proximidad física. Otras dos sintieron dificultad para acogerlo, incluso experimentaron sentimientos de rechazo dado que el niño no era físicamente como esperaban. Otra manifiesta sentimientos ambivalentes de felicidad y distancia.

“Me daban nervios, porque tú lo tomabas y era como gelatinoso, no tenía de donde tomarlo” (EII). “Me puse a llorar de emoción, lo encontré tan lindo, le daba besos y lo abrazaba. El es mi vida” (EIII). “... lo único fue que dije “que feo” porque era peludo, muy peludo, la ceja, la frente, esta parte de la cara peludo y yo dije que atroz” (EIV).

Actitud de la madre y del hijo frente a la lactancia. Todas señalan una aproximación espontánea e inmediata al pecho, comentando que sus hijos no lo rechazaron.

“Nunca lo ha rechazado y además tomaba mucho. Además la agarró inmediatamente” (EI). “Bien, bien, tomó inmediatamente y agarró bien su teta (pecho)” (EIV).

Dos de las cinco madres sienten que el momento de amamantar es un espacio de contacto íntimo entre ella y su niño, en que se contacta la corporalidad de la madre con las necesidades de éste, y lo sienten agradable.

“...era como agradable la sensación como tú sientes que te sale la leche y como él agarra y succiona, es rico (agradable)” (EIV). “Era agradable ese momento, porque generalmente estábamos los dos solitos, entonces era nuestro espacio” (EV).

Llama la atención que cuatro de las cinco madres señalan que habría sido inadecuado amamantar a su hijo en brazos, ya que más adelante el niño exigiría y preferiría este tipo de contacto.

“En la cama, nunca en los brazos porque se acostumbra a los brazos. En la cama, o en el coche” (EI). “Yo le daba la leche en su cuna, porque así no se acostumbraba a que lo tomara todo el día en brazos” (EV).

Tres de las madres describen complicaciones al momento de amamantar asociadas a dolor físico y heridas en el pezón cuando el niño succionaba. Frente a esto, la madre evitaba alimentarlo, alejando al niño del pecho o expresándole su dolor.

“Lo único malo es que después ya me dolía y me salieron como llagas (heridas)” (EV). “Cuando ya me hizo tira el pecho, ahí ya no, hasta la nariz le apretaba, como tres meses se me hicieron una llagas en el pezón, entonces me dolía darle pecho” (EIV).

Creencias acerca de la calidad de la leche. Tres de las madres creen que su leche es de calidad deficiente o poco nutritiva, por lo que la complementan con otros alimentos. Esta sensación de deficiencia en su leche no se basa en una opinión médica, sino en la interpretación de que el niño, aún después de tomar leche, se mantiene con hambre.

“...leche, jugo de naranja, de apio, betarraga con naranja, le cocía manzanas, todo eso tomaba. Por-

que mi leche no era buena, era aguada” (EI). “uno lo notaba porque quedaba con hambre, porque él podía tomar de una pechuga y de otra, pero él seguía con hambre, igual es lo que te dicen tus mamás” (EIV).

Primera Infancia

Los tópicos que las madres mencionan como más relevantes en esta etapa son: vinculación emocional, resolución de conflictos, establecimiento de reglas y manejo de la alimentación.

Vinculación emocional. Las madres perciben que es fundamental para el niño la cercanía con ella, señalan que cada momento en que ella lo deja solo, el niño comienza a llorar en rechazo al distanciamiento materno. Asimismo, creen que su hijo no tiene las herramientas suficientes para calmarse por sí solo, por lo que la tranquilidad emocional del niño sólo se lograría cuando ella está cerca.

“No quería estar solo, [...] me alejaba, él empezaba a llorar, se quedaba llorando, llegaba yo y ahí dormía, estaba tranquilo” (EI). “No se queda solo, tiene que estar conmigo, pero él se desespera [...], llora inmediatamente si no conoce a nadie” (EII).

En este sentido, cuando madre e hijo se encuentran cerca físicamente, la madre interpreta la intranquilidad y llanto del niño como hambre, y responde suministrando alimento, lo que cree necesario para calmarlo y darle felicidad. Es posible apreciar que tres madres interpretan el llanto de sus hijos como si fuera mayormente por hambre.

“...casi siempre lloraba por hambre, entonces le daba su pecho y se quedaba feliz, quedaba más contento” (EV). “Después le daba la leche para calmarlo y ahí a veces se quedaba en silencio. En general, lloraba cuando tenía hambre” (EIII).

La percepción de dos madres acerca de la vinculación emocional con su hijo, es que a pesar de que intentan ser cálidas, tienen dificultades para establecer contacto cercano, sobre todo físico. Se visualizan como madres que no fomentan la proximidad afectiva y que tienen dificultad para expresar sus sentimientos hacia el hijo, generando también menor expresividad en ellos.

“Bueno, a mi hijo le doy besos y abrazos. Aunque a veces no mucho, a pesar que estamos todo el día juntos” (EV). “...no soy así de piel (cariñosa). Debe ser porque uno es muy idiota, muy exigente, entonces quieres que todo sea así, entonces, es triste porque él no es cariñoso, no es así como muy apegado” (EIV).

En general, las madres consideran que su hijo es más cercano a ellas que al padre, fundamentalmente porque están juntos la mayor parte del día. Perciben que su hijo busca y necesita la proximidad física con ella. Por su parte, ellas sienten que deben mantenerlos vigilados y a la vista, mostrando cierta ansiedad y dificultad de separación.

“Donde estoy yo, está él, voy al baño y me sigue, en todas partes está conmigo, duerme conmigo” (EI). “Estábamos abajo, estábamos juntos, estábamos arriba, estábamos juntos” (EIV).

Resolución de conflictos. Cuando hay conflictos madre-hijo, algunos niños expresan su rabia con llanto o expresiones verbales; también buscan el contacto físico con su madre, esperando el consuelo y la contención afectiva de ésta. Otros niños se enojan manteniendo una actitud distante, aislándose de la situación, trasladándose a otro lugar o realizando actividades que lo distraigan. En cualquiera de los casos, el niño debe enfrentar sus afectos solo y desarrollar sus estrategias para calmarse.

“No, él se enoja por un momento, no le dan rabietas, y dice estoy enojado y se va a ver tele a la pieza, solo, porque si le ponemos atención más se enoja” (EI). “...me sigue por toda la casa llorando y cuando ya no le resulta que lo tome en cuenta, se va a su pieza y se queda allá hasta que se le pasa, porque yo lo dejo” (EV).

Para resolver el conflicto, las madres reaccionan mostrándose indiferentes o distantes, no muestran conductas de sintonización, ni de regulación de las emociones de sus hijos. En general, dejan que ellos se autorregulen, y no los ayudan a entender sus emociones y verbalizarlas. Finalmente, es el niño quien cede en el conflicto y se acerca a la madre buscando aprobación y afecto. Por su parte, la madre siente que se resuelve el conflicto, aunque es el niño quien vuelve arrepentido por su comportamiento.

“Yo lo dejo, hay que dejar a los niños, después vuelve solo y yo le digo ya se te pasó y le doy un beso” (EV). “Igual me da pena, porque me busca tratando de darme abrazos, para que lo consuele” (EII).

Establecimiento de reglas. En su rol materno, estas madres se perciben débiles, con dificultades para imponer su autoridad. Al momento de establecer normas o castigar, se sienten culpables por haber corregido una falta, se compadecen y tienden a desautorizarse.

“Yo sé que soy débil en ese sentido, pero no me resulta ser mandona con él”. “A mí me da pena (tristeza) castigarlo o volver a decirle que no” (EV). “Me da tristeza verlo llorar y a veces prefiero decirle que sí, para evitar eso” (EIII).

En general, perciben que son ellas las que tienen el rol de autoridad al ser las que están más tiempo con el niño.

“Yo le digo que eso está bien o mal” (EI). “Mmm bueno, yo más que nada, porque soy yo quien pasa más tiempo con él, en el día” (EV).

Sin embargo, reportan que sus hijos no las reconocen como autoridad, especialmente cuando se trata de cumplir con hábitos diarios. Es por esto que deben recurrir a estrategias más coercitivas para lograr que el niño cumpla sus órdenes, como por ejemplo, levantar la voz.

“... él todo lo toma como que uno está jugando, entonces para poder mandarlo a hacer algo, por ejemplo

que se lave los dientes, tú tienes que levantarle la voz, entonces ya eso no debería ser” (EII). “...la verdad que no me hace mucho caso (no responde a las normas)” (V).

Asimismo, muestran dificultades para ejercer la autoridad frente a personas significativas para el niño. Se observa que aparecen sentimientos ambivalentes, por un lado les gusta que el niño sienta satisfacción al estar con otras personas significativas, y por otro, ven debilitado su rol ante el juicio social de éstos.

“... igual te limita mucho, el hecho que no puedes corregir bien a tu hijo, porque están ellos de por medio [se refiere a suegros] o está la tía, entonces es complicado. Yo igual tengo mucha pelea en ese sentido, dicen que uno los trata mal y no es que los trate mal, sino que uno está tratando de corregir los errores que él comete” (EII).

Manejo de la alimentación. En relación a la alimentación de sus hijos, les cuesta mucho ponerles límites, cediendo rápidamente ante sus peticiones y demandas por más alimento. Ante la creencia de que el hijo sufre hambre, no regulan adecuadamente sus necesidades nutricionales.

“Claro que a veces me pide comida a cualquier hora y tengo que darle nomás [...] tengo que darle tres veces comida y se pone a llorar. Le digo que no hay pan y él llora, ahí yo le paso un pan y queda feliz” (EI). “...lo intento un tiempo (indicaciones del médico), pero después ya no puedo, porque él no quiere y es difícil que deje de comer” (EII).

Se aprecia falta de hábitos y orden en las comidas; cuando el niño se niega a terminar su comida, la madre adopta una actitud permisiva. Tampoco le exige cumplir con un horario, cree que el niño puede pedir alimento cuando sienta la necesidad, sin imponer un horario fijo para ello.

“No, no lo obligo, cuando no quiere comer no come, después si quiere, se le sirve, sino se le da yogurt o una fruta” (EI). “Se para de la mesa y yo sé que más tarde va a querer, así que lo dejo y espero” (EII).

Conclusiones y Discusión

El presente estudio busca aproximarse a la obesidad infantil desde la perspectiva de las pautas vinculares madre-hijo, y de las consecuencias que esto podría tener en la obesidad del niño, aportando una reflexión sobre posibles herramientas para prevenir pautas de alimentación inadecuadas durante la lactancia e infancia temprana, así como en el tratamiento de la obesidad.

Según hallazgos del estudio, cuando las madres describen el período del parto y amamantamiento, manifiestan sentimientos y conductas ambivalentes. Por un lado, sienten felicidad frente a la llegada de su hijo y, por otro, ansiedad y rechazo. Por una parte, perciben el amamantamiento como un espacio de intimidad corporal y, por otra, prefieren no tomar en brazos a sus hi-

jos para no “acostumbrarlos”. Winnicott²³ plantea que la madre debe adaptarse a las necesidades del niño, sostenerlo en sus brazos, y a través de la satisfacción de sus necesidades calmar su angustia y favorecer en él la creación de su propio yo.

Durante la lactancia, estas madres se muestran inseguras de la calidad nutritiva de su leche y se apresuran a darles suplementos alimentarios, considerando que el niño no está satisfecho. Algunas de las entrevistadas interpretan el llanto de sus hijos como señal de hambre o como necesidad de proximidad con ellas, lo que resuelven proporcionándoles alimento. Esto es coincidente con lo señalado por Kohan⁵, respecto a que las madres darían comida a sus hijos frente a cualquier problema percibido, afectando posteriormente la voluntad del niño para decir que no y controlar su ingesta.

En este período describen dificultades para relacionarse corporalmente con sus hijos y para reconocer sus necesidades, lo que puede pensarse como un modo de vinculación inseguro, que tenderían a compensar con alimento. Estas madres describen que la comida hace felices a sus hijos, por lo que podrían estar supliendo la necesidad de cercanía física y/o emocional con alimento. De acuerdo a Cordella²⁴, el psiquismo en personas obesas recurriría al comer para mantener su homeostasis, en lugar de utilizar mecanismos psicológicos de autorregulación emocional. Los resultados de este estudio parecen coincidir con tales hallazgos.

Por otra parte, durante el período de la primera infancia, las madres del estudio presentan algunas dificultades para poner límites a sus hijos, especialmente en relación a horarios, cantidad y calidad de los alimentos. Ellas tienden a no restringir la ingesta, asumiendo que así el niño va a estar satisfecho y feliz. En este sentido, el niño no encuentra suficiente regulación externa por parte de la madre, lo que podría derivar en limitaciones para discriminar sus propias sensaciones de hambre y saciedad. Asociado a lo anterior, la literatura destaca la importancia de los hábitos familiares y el orden en las comidas como una de las variables relevantes asociadas a la obesidad, siendo el comer en familia un elemento que incide en la efectividad de las intervenciones²⁵.

Cabe destacar que las madres con sobrepeso presentarían cierta dificultad para controlar su propio peso e ingesta de alimento, lo que haría más improbable que puedan hacerlo con sus hijos. En este sentido, se ha visto que madres que comen compulsivamente, generan hijos con conductas similares²⁶. A esto se suma la tendencia de las madres de este estudio a minimizar la obesidad de sus hijos o incluso negarla, coincidiendo con hallazgos de estudios anteriores^{2,3}, haciendo a su vez más difícil la adherencia a los tratamientos.

En este contexto, se puede plantear una probable transmisión de hábitos de alimentación poco saludables, que ayudaría a perpetuar la obesidad en el niño. En esta línea, Olivares et al.⁶ encontraron que madres con hijos obesos tendrían escaso interés en preparar alimentos sanos a sus hijos, traducándose en una baja

autoeficacia al momento de favorecer la baja de peso del hijo.

Por otra parte, las madres del estudio señalan estar constantemente vigilando la conducta del hijo, sin embargo, muestran inconsistencia en sus atenciones ya que tienden a rechazar la cercanía física. Asimismo, el niño espera que ésta lo consuele y contenga en situaciones de conflicto, pero se aprecia un cierto desacoplamiento entre lo que le sucede al niño y la respuesta de la madre.

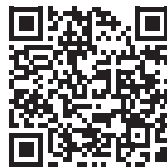
Esto, como se dijo anteriormente, suele verse en relaciones de apego inseguro, en que la proximidad del cuidador no calma la potencial amenaza ni se obtiene la sensación de seguridad requerida¹⁶. Las interacciones madre-hijo narradas por las entrevistadas, se podrían asemejar en ciertos aspectos a las estrategias de cuidado inseguro-ambivalente, caracterizadas por sobreprotección, constante monitoreo, dependencia e intrusividad^{10,16}.

Dado lo anterior, esta investigación puede aportar en la reflexión sobre estrategias de prevención e intervención en obesidad infantil, especialmente respecto a la importancia de incluir a la familia y la relación madre-hijo, priorizando el desarrollo de un apego seguro, el fortalecimiento de la autonomía, la autorregulación y las competencias parentales^{13,27}.

Finalmente, este estudio presenta algunas limitaciones a considerar en futuras investigaciones, referidas al tamaño y variabilidad de la muestra, y al uso de técnicas complementarias de recolección de datos, como la observación directa de la díada madre-hijo.

Referencias

1. Briscoes TD, Farmer AP, McCargar LJ. Early markers of adult obesity: A review. *Obes Rev*. 2012 Apr;13(4):347-67. doi: 10.1111/j.1467-789X.2011.00965.x Epub 2011 Dec 16.
2. Díaz M. Percepción materna del estado nutricional de sus hijos obesos. *Rev Chil Pediatr*. 2000 Jul;71(4):316-20. <http://dx.doi.org/10.4067/S0370-41062000000400006>.
3. Newson L, Povey R, Casson A, Grogan S. The experiences and understandings of obesity: Families' decisions to attend a childhood obesity intervention. *Psychol Health*. 2013 Nov;28(11):1287-305. doi: 10.1080/08870446.2013.803106 Epub 2013 Jun 11.
4. Olivares CS, Bustos ZN, Moreno HX, Lera ML, Cortez FS. Actitudes y prácticas sobre alimentación y actividad física en niños obesos y sus madres en Santiago, Chile. *Rev Chil Nutr*. 2006;33(2):170-9. [sin doi asignado].
5. Kohan A. Mecanismos defensivos de la pérdida de peso corporal. *Medwave*. 2005;5(8). Disponible en <http://www.medwave.cl/cursos/sochob2005/3/1.act>.
6. Gómez B, Gutiérrez M, Morales V. Vínculo entre la madre y el niño obeso. Revista Electrónica de Psicología Iztacala. 2013;16(4):1180-213. [sin doi asignado] www.revistas.unam.mx/index.php/rep.
7. Fuillerat AR. Psicología y nutrición en el desarrollo ontogenético en la edad infanto-juvenil. *Nutr Hosp*. 2004 Jul-Aug;19(4):209-24. [sin doi asignado] PMID: 15315112 [PubMed - indexed for MEDLINE].
8. Fröhlich G, Pott W, Albayrak Ö, Hebebrand J, Pauli-Pott U. Conditions of long term success in a lifestyle intervention for overweight and obese youths. *Pediatrics*. 2011 Oct;128(4):779-85. doi: 10.1542/peds.2010-3395. Epub 2011 Sep 12.
9. Fonagy P, Target M. Attachment and reflective function: their role in self-organization. *Dev Psychopathol*. 1997 Fall;9(4):679-700. [sin doi asignado] PMID: 9449001 [PubMed - indexed for MEDLINE].
10. Dio Bleichmar E. *Manual de psicoterapia de la relación padres e hijos*. Buenos Aires: Paidós. 2007.
11. Cordella M. P. *Anorexia, bulimia, obesidad: experiencia y reflexión con pacientes y familias*. Santiago, Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile. 2011.
12. Cordella MP. Obesidad: aspectos psíquicos que impactan en la calidad de vida. En Burdiles P, Csendes J, Guzmán S, Awad W. (Eds.), *Obesidad y cirugía bariátrica* (pp.72-90). Santiago, Chile: Mediterráneo. 2012.
13. Tognarelli A. Representaciones de apego de niños y niñas con obesidad y la respuesta sensible de sus madres. *Summa Psicológica*. 2012; 9(2):57-67. Disponible en <http://summapsicologica.cl/index.php/summa/article/view/100/pdf>.
14. López A, Berrocal C, Gavino A. *La obesidad en poblaciones infanto-juveniles*. *Psicopatología infantil*. Barcelona: Aljibe. 1997.
15. Ministerio de Salud de Chile. *Norma para el manejo ambulatorio de la mala nutrición por déficit y exceso en el niño(a) menor de 6 años* (2ª Ed.). Santiago, Chile. 2007.
16. Lecannelier F. *Apego e intersubjetividad*. Santiago, Chile: LOM. 2006.
17. Mella VO. *Metodología cualitativa en ciencias sociales y educación. Orientaciones teórico-metodológicas y técnicas de investigación*. Santiago, Chile: Primus. 2003.
18. Glaser BG, Strauss AL. *The Discovery of Grounded Theory*. Chicago: Aldine Publishing Company. 1967.
19. Strauss A, Corbin J. *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada* (2a. ed.). Bogotá: Universidad de Antioquia. 2002.
20. Rodríguez G, Gil J, García E. *Metodología de la investigación cualitativa*. Málaga: Aljibe. 1999.
21. Ruiz OJ. *Metodología de la investigación cualitativa*. Bilbao: Universidad de Deusto. 2003.
22. Jaramillo L, Murcia N. La complementariedad como posibilidad en la Estructuración de Diseños de Investigación Cualitativa. Facultad de Ciencias Sociales. Universidad de Chile. *Cinta de Moebio*. 2001;12. Disponible en <http://www.moebio.uchile.cl/12/murcia.htm>.
23. Winnicott DW. *Acerca de los niños*. Buenos Aires: Paidós. 2006.
24. Cordella MP. ¿Incluir la obesidad en el manual de enfermedades mentales (DSM-IV)? *Rev Chil Nutr*. 2008;35(3):181-7. doi.org/10.4067/S0717-75182008000300003.
25. Jääskeläinen A, Nevanperä N, Remes J, Rahkonen F, Järvelin M, Laitinen J. Stress-related eating, obesity and associated behavioural traits in adolescents: a prospective population-based cohort study. *BMC Public Health* 2014;14:321. doi: 10.1186/1471-2458-14-321.
26. Curtis P, Stapleton H, James A. Intergenerational relations and the family food environment in families with a child with obesity. *Ann Hum Biol*. 2001 Jul;38(4):429-37. doi: 10.3109/03014460.2011.590530 Epub 2011 Jun 17.
27. Sung-Chan P, Sung YW, Zhao X, Brownson RC. Family-based models for childhood-obesity intervention: A systematic review of randomized controlled trials. *Obes Rev*. 2013 Apr;14(4), 265-278. doi: 10.1111/obr.12000 Epub 2012 Nov 9.



Original/*Obesidad*

Niveles de obesidad, perfil metabólico, consumo de tabaco y presión arterial en jóvenes sedentarios

Felipe Caamaño Navarrete^{1,4}, Manuel Alarcón Hormazábal^{2,3} y Pedro Delgado Floody^{3,4}

¹Carrera de Pedagogía en Educación Física, Facultad de Educación, Universidad Católica de Temuco (Temuco), Chile. ²Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás (Temuco), Chile, Universidad Santo Tomás (Temuco), Chile. ³Programa de Tratamiento Integral de la Obesidad Mórbida, Universidad Santo Tomás (Temuco), Chile. ⁴Carrera de Pedagogía en Educación Física, Escuela de Educación, Universidad Santo Tomás (Temuco), Chile.

Resumen

Antecedentes: en Chile, la Encuesta Nacional de Salud (ENS) realizada en 2009-2010 reportó una elevada prevalencia de exceso de peso, sedentarismo, colesterol elevado y síndrome metabólico en la población.

Objetivo: determinar en jóvenes sedentarios la prevalencia de obesidad y consumo de tabaco, y analizar su asociación con el perfil metabólico, el porcentaje de masa grasa y la presión arterial.

Pacientes y métodos: se evaluaron 125 jóvenes sedentarios, 26 hombres y 99 mujeres, entre 17 y 29 años de edad. Se realizaron mediciones de: índice de masa corporal (IMC), porcentaje de masa grasa (%MG), contorno de cintura (CC), presión arterial sistólica y diastólica, colesterol total, colesterol HDL (cHDL), colesterol LDL (cLDL), triglicéridos, glicemia y consumo de tabaco.

Resultados: el cHDL ($p=0,000$) y el %MG ($p=0,043$) fueron superiores en las mujeres. El 37,6% de los jóvenes resultó ser fumador. El 35,2% de la muestra presentó malnutrición por exceso. Los sujetos obesos presentaron mayores niveles en: contorno de cintura ($p=0,000$) y %MG ($p=0,000$). Al analizar la obesidad por CC, esta presentó diferencias significativas en el IMC, %MG, presión arterial sistólica y diastólica. El IMC presentó asociación positiva con el CC, %MG, colesterol total, triglicéridos, cLDL y presión arterial sistólica y diastólica ($p<0,05$). El CC presentó asociación con el %MG, triglicéridos y presión arterial sistólica y diastólica ($p<0,05$). El %MG no presentó asociación con las demás variables.

Conclusiones: existe una elevada prevalencia de malnutrición por exceso y consumo de tabaco en la muestra de estudio, si bien las demás variables no presentan cate-

LEVELS OF OBESITY, METABOLIC PROFILE, CONSUMPTION OF TABACO AND BLOOD PRESSURE IN SEDENTARY YOUTHS

Abstract

Background: in Chile, the National Health Survey (ENS) conducted in 2009-2010 reported high prevalence of overweight, sedentary lifestyle, high cholesterol and metabolic syndrome in the population.

Objective: to determine the prevalence in young sedentary obesity and consumption of tabaco and analyze their association with the metabolic profile, body fat percentage and blood pressure.

Patients and Methods: 125 young sedentary, 26 men and 99 women, aged between 17 and 29 years old were evaluated. Body mass index (BMI), percent body fat (% fat), waist contour (CC), systolic and diastolic blood pressure, total cholesterol, HDL cholesterol (HDL-C), LDL cholesterol (LDL-C), triglycerides: measurements were performed, glycemia and consumption of snuff.

Results: HDL-C ($p=0,000$) and % MG ($p=0,043$) were higher in women. 37.6% of young people turned smoker. 35.2% of the sample showed excessive malnutrition. Obese subjects had higher levels: waist contour ($p=0,000$) and % FM ($p=0,000$). When analyzing obesity DC, this showed significant differences in BMI, % fat, systolic and diastolic blood pressure. BMI presented positive association with CC, % fat, total cholesterol, triglycerides, LDL, systolic and diastolic blood pressure ($p<0,05$). The CC presented association with MG%, triglycerides, systolic blood pressure and diastolic ($p<0,05$). The MG% did not present association with other variables

Conclusions: a high prevalence of malnutrition by excess consumption of tabaco in the study sample, while other variables are not high-risk categories, it is an

Correspondencia: Pedro Delgado Floody.
Programa de Tratamiento Integral de la Obesidad Mórbida.
Universidad Santo Tomás (Temuco), Chile.
E-mail: pedrodelgado@santotomas.cl

Recibido: 9-VII-2015.
Aceptado: 14-VIII-2015.

rías de alto riesgo, es un momento oportuno para intervenir y revertir estas tendencias negativas para la salud.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:2000-2006)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9619

Palabras clave: *Obesidad. Jóvenes universitarios. Riesgo cardiovascular. Sedentarismo.*

Abreviaturas

cHDL: Colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad.

cLDL: Colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad.

CC: contorno Cintura.

ENS: Encuesta nacional de salud.

IMC: Índice de masa corporal.

%MG: Porcentaje de masa grasa.

Introducción

En Chile, la encuesta nacional de salud (ENS) realizada en 2009-2010¹ reportó elevada prevalencia de exceso de peso (64,5%), sedentarismo (88,6%), colesterol elevado (38,5 %) y síndrome metabólico (35%). Los cambios en los entornos físicos, económicos, sociales y tecnológicos se han asociado con una reducción significativa en las demandas de actividad física de nuestra sociedad². En la mayoría de los países occidentales los jóvenes y adolescentes adoptan estilos de vida que afectan negativamente a su salud³. La inactividad física es un factor de riesgo⁴ que se ve reflejado por el compromiso en la capacidad de metabolización de grasas y glucosa por parte del músculo, derivando en el desarrollo de patologías crónicas modernas, metabólicas y cardiovasculares⁵, y está bien establecido que la dislipidemia aterogénica, caracterizada por altos niveles de triglicéridos, colesterol total, colesterol LDL y bajos niveles de lipoproteínas de alta densidad HDL, constituyen importantes factores de riesgo para la enfermedad cardiovascular⁶.

Las conductas sedentarias y los hábitos alimentarios están asociados cada uno al sobrepeso y la obesidad entre los jóvenes⁷, conduciendo a un mayor estado de morbilidad y mortalidad⁸. La mayoría de los hábitos de vida, saludables o no, se adquieren a edades tempranas, pero es a partir de los 18 años cuando se establecen los patrones que, en líneas generales, se mantienen a lo largo de los años⁹ y los estudiantes universitarios constituyen un sector de la población potencialmente vulnerable en relación con su estado nutricional¹⁰.

El propósito del estudio fue determinar en jóvenes sedentarios la prevalencia de obesidad y consumo de tabaco y analizar su asociación con el perfil metabólico, porcentaje de masa grasa y presión arterial.

opportune time to intervene and reverse these negative health trends now.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:2000-2006)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9619

Key words: *Obesity. University students. Cardiovascular risk. Sedentary.*

Material y métodos

La muestra es de tipo no probabilístico, elegidos de manera no aleatoria y por conveniencia. Se evaluaron 125 estudiantes universitarios, 26 hombres y 99 mujeres, entre 17 y 29 años de edad, pertenecientes a la Universidad Santo Tomás, Temuco, Chile. Los protocolos estuvieron de acuerdo a la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el comité de Bioética de la Universidad Santo Tomás.

Los criterios de inclusión fueron pertenecer como estudiantes a la Universidad Santo Tomás Temuco, y ser sedentario (actividad física < 30 minutos $\geq$ 3 veces/semana).

Recolección de la información: Los estudiantes fueron citados a una charla donde se expusieron los objetivos de la investigación, quienes decidieron participar del estudio firmaron un consentimiento informado.

El Hábito tabáquico se determinó mediante la aplicación de una encuesta validada¹¹, cada estudiante debió contestar sobre la presencia o ausencia del hábito y la periodicidad en el consumo de cigarrillos.

La medición de la presión arterial cumplió con el procedimiento de la Guía clínica hipertensión arterial primaria o esencial en personas de 15 años y más¹².

El peso se determinó con una balanza calibrada de palanca de adulto mecánica de columna 220 kg c/tallímetro, graduada, marca SECA®, y la talla se determinó con un tallímetro marca SECA®, graduada en mm. Para calcular el IMC se utilizó el índice de Quetelet. El estado nutricional se clasificó según la norma OMS: enflaquecido < 18,5 kg/m², normopeso 18,5-24,9 kg/m², sobrepeso 25,0-29,9 kg/m² y obesos $\geq$ 30 kg/m².

El contorno de cintura (CC) se determinó con una cinta métrica autorretráctil adulto graduada en centímetros marca SECA®. La medición utilizó el punto medio entre la espina ilíaca anterosuperior y el margen costal inferior, al final de una espiración normal, promediándose dos mediciones. Para hombres se consideró obesidad > 88 cm y para mujeres > 83 cm. Todas las mediciones se realizaron bajo condiciones estándar, realizadas por nutricionistas debidamente capacitados.

A partir de la suma de los 4 pliegues se calculó la densidad corporal (D) por la fórmula de Durnin y Womersley (1974): hombres: $D \text{ (g/cm}^3\text{)} = 1,1765 - (0,0744 \log Y \text{ pliegues})$; mujeres: $D \text{ (g/cm}^3\text{)} = 1,1565 - (0,0717 \log Y \text{ pliegues})$; una vez obtenida la densidad se aplicaron las fórmulas de Siri (1956) para obtener el

porcentaje de grasa corporal (GC) ($\% \text{ GC} = (4,95/D) - 4,5 \times 100$)¹³.

La evaluación de los Parámetros bioquímicos se realizó mediante muestras sanguíneas, se utilizaron tubos sin anticoagulante. Las muestras fueron centrifugadas a 2500 r.p.m. por 10 minutos, para obtener el suero a ser usado en las determinaciones bioquímicas. Las concentraciones séricas de glicemia, colesterol total, colesterol HDL (cHDL), colesterol LDL (cLDL) y triglicéridos fueron determinadas por métodos colorimétrico estándares, las que fueron medidas en el autoanalizador HumaStar80. La concentración de cLDL se obtuvo mediante la fórmula de Friedwald, cuando la concentración de triglicéridos fue inferior a 400 mg/dl. Estas muestras fueron extraídas por tecnólogos médicos. Las muestras fueron tomadas y procesadas en el Laboratorio de Bioquímica de la Universidad Santo Tomás.

Análisis estadístico: El primer análisis fue de corte exploratorio para depurar la información, se procedió a determinar prevalencia de las principales variables de estudio en conjunto con un análisis descriptivo. Luego se procedió a normalizar las variables a través de la prueba kolmogorov-Smirnov. Para la comparación de las variables paramétricas cuantitativas entre dos grupos se utilizó el test t de Student, y cuando existían más de dos se realizó un ANOVA. En el caso de variables no paramétricas, se utilizó la prueba de la U de Mann-Whitney cuando se comparaban dos variables, y la prueba de la H de Kruskal- Wallis, para comparar más de dos variables. Para la asociación de variables se utilizó la prueba de correlación de Pearson o Spearman según correspondiera. Todos los análisis se realizaron con el programa SPSS, versión 15.0. El nivel de confianza fue del 95%, ($p < 0,05$).

Presentación de resultados

EL cHDL ($p=0,000$) y el %MG ($p=0,043$), fueron superiores en la mujeres, presentando diferencias significativas. Las variables IMC, CC, colesterol total, triglicéridos, cLDL, glicemia, presión sistólica y diastólica no presentaron diferencias significativas en la comparación por género ($P>0,05$) (Tabla I).

No existieron diferencias significativas en la comparación de los sujetos fumadores con los no fumadores ($p>0,05$), pero se observaron mayores niveles en los sujetos fumadores en su perfil lipídico: colesterol total, triglicéridos, cHDL y cLDL, en la demás variables de estudio los valores fueron similares entre ambos grupos (Tabla II).

El 35, 2 % ($n=44$) de la muestra presentó malnutrición por exceso. Los sujetos obesos según IMC presentaron mayores niveles en: contorno cintura ($p=0,000$) y % de masa grasa ($p=0,000$), en las demás variables no existieron diferencias significativas, pero si se encuentran valores superiores de perfil lipídico y presión arterial asociados a la obesidad (Tabla III).

Al realizar los análisis según obesidad por CC, esta presentó diferencias significativas en el IMC, %MG, presión arterial sistólica y diastólica, valores superiores en los sujetos con obesidad (Tabla IV).

El IMC presentó asociación positiva con el Contorno cintura, %MG, colesterol total, triglicéridos, cLDL, presión arterial sistólica y diastólica ($p<0,05$). El CC presentó asociación con los triglicéridos, presión arterial sistólica y diastólica ($p<0,05$). El % de masa grasa no presentó asociación con las variables de estudios (Tabla V).

Tabla I
Comparación de variables según género

	Total N=125	Mujer N=99	Hombre N=26	Valor P
Edad	20,04±2,30	19,88±2,22	20,35±2,45	-
IMC	24,26±3,83	24,41±3,90	23,69±3,56	0,443
Contorno cintura	86,68±14,73	86,40±14,55	87,75±15,66	0,910
% Masa grasa	32,82±4,75	34,66±2,95	25,78±3,58	0,000
Glicemia	92,78±9,76	92,45±10,13	94,04±8,26	0,566
Colesterol total	194,35±38,70	195,31±39,44	190,61±36,20	0,327
Triglicéridos	81,44±40,13	77,15±32,36	98,08±59,73	0,053
cHDL	47,69±10,99	48,93±11,66	42,88±5,96	0,032
cLDL	131,86±29,22	132,83±28,90	128,11±30,74	0,298
Presión arterial sistólica	105,64±13,74	104,60±14,15	109,62±11,40	0,178
Presión arterial diastólica	66,72± 9,65	66,77±9,88	66,54± 8,92	0,714

Los valores mostrados como media ±SD. Los valores de $p<0,05$ son considerados estadísticamente significativos. IMC=Índice de Masa Corporal. cHDL= Colesterol HDL. cLDL=Colesterol LDL.

Tabla II
Comparación entre sujetos fumadores y no fumadores

	<i>No Fumadores N=78</i>	<i>Fumadores N= 47</i>	<i>Valor P</i>
IMC	24,16± 3,83	24,41±3,86	0,733
Contorno cintura	86,53±14,70	86,94±14,94	0,992
% Masa grasa	32,47±5,11	33,39±4,08	0,476
Glicemia	93,45± 9,10	91,70±10,75	0,072
Colesterol total	191,57± 40,26	198,79±36,05	0,356
Triglicéridos	78,59±31,41	86,00±51,13	0,925
cHDL	47,32±10,41	48,28±11,96	0,875
cLDL	130,96± 29,70	133,30±28,70	0,533
Presión arterial sistólica	105,96±14,48	105,11±12,53	0,609
Presión arterial diastólica	67,18± 10,15	65,96±8,82	0,713

Los valores mostrados como media ±SD. Los valores de p<0, 05 son considerados estadísticamente significativos.

Tabla III
Comparación según estado nutricional por IMC

	<i>Bajo peso N=4 3,2%</i>	<i>Normopeso N=77 61,6%</i>	<i>Sobrepeso N=34 27,2%</i>	<i>Obesidad N=10 8%</i>	<i>Valor P</i>
IMC	17,66± 0,74	22,26± 1,59	26,97± 1,35	33,05± 2,50	0,000
Contorno cintura	70,00± 3,56	81,18± 7,07	95,71± 17,27	105,05± 20,13	0,000
% Masa grasa	25,50± 5,55	32,13± 4,75	34,44± 3,92	35,52± 2,78	0,000
Glicemia	90,75± 7,89	92,07± 9,55	93,54± 11,39	96,40± 5,17	0,450
Colesterol total	180,15± 41,18	189,70± 39,99	199,90± 33,24	216,60± 39,54	0,122
Triglicéridos	62,75± 12,61	75,67± 29,34	88,24 ± 41,28	109,80± 83,45	0,252
cHDL	55,95± 15,69	49,01± 11,30	44,59± 9,84	44,64± 7,58	0,133
cLDL	111,65± 31,58	127,96± 26,01	137,67± 32,66	150,00± 31,51	0,066
Presión arterial sistólica	106,25± 9,47	103,77± 14,22	107,06± 11,88	115,00±14,53	0,097
Presión arterial diastólica	65,00± 10,00	65,32± 10,01	68,68±9,07	71,50± 6,69	0,087

Los valores mostrados como media ±SD. Los valores de p<0, 05 son considerados estadísticamente significativos.

Discusión

En la población de universitarios estudiada se encontraron valores superiores de prevalencia de sobrepeso (27,2 %) y obesidad (8 %) en comparación a los reportados en una muestra de universitarios de diferentes países (18,9 % 5,8 % sobrepeso y obesidad respectivamente)¹⁴ y a los descritos en estudiantes italianos (9,8 % sobrepeso y 1,4 % obesidad)¹⁵.

El promedio total de IMC fue de 24,16, resultados menores a los descritos en estudiantes mexicanos¹⁶, las mujeres poseen una media superior que los va-

rones, resultados concordantes a otra investigación realizada en una muestra de universitarios¹⁷. El porcentaje de masa grasa fue estadísticamente superior en mujeres que en hombres, una investigación en estudiantes con 5 horas al día de conductas sedentarias¹⁸, el promedio de masa grasa fue de 27 % con predominancia en el género femenino (30,7 %) por sobre el masculino (19,1 %), en universitarios italianos los valores de contorno de cintura fue mayor en hombres que en mujeres, con un promedio de 85,7 y 77,45 cm respectivamente¹⁹, similar a los hallazgos de nuestro estudio.

Tabla IV
Comparación según obesidad por contorno cintura

	Normal N=52	Moderado N=29	Alto N=44	Valor P
IMC	22,17±2,88	23,26±2,02	27,38±3,72	0,000
Contorno cintura	77,28±7,04	84,34±3,56	99,34±16,86	0,000
% Masa grasa	30,95±5,20	33,02±4,35	34,88±3,47	0,000
Glicemia	93,18±9,89	90,66±6,94	93,74±11,14	0,246
Colesterol total	195,62±34,62	189,66±34,82	196,04 ±45,70	0,567
Triglicéridos	73,74±26,78	75,62±27,17	94,33±55,19	0,322
cHDL	48,61±11,18	49,07±12,04	45,68±9,96	0,396
cLDL	131,88±28,89	125,46±22,95	136,15±32,98	0,380
Presión arterial sistólica	102,60±15,67	104,66±10,85	109,89±12,08	0,021
Presión arterial diastólica	65,38± 9,89	63,79±8,73	70,23±9,08	0,001

Los valores mostrados como media ±SD. Los valores de p<0, 05 son considerados estadísticamente significativos.

Tabla V
Correlación entre variables de estudio según estado nutricional

	IMC		CC		%MG	
	Correlación	Valor P	Correlación	Valor P	Correlación	Valor P
IMC	-	-	0,766	0,000	0,509	0,000
Contorno cintura	0,766	0,000	-	-	0,372	0,000
% Masa grasa	0,509	0,000	0,372	0,000	-	-
Glicemia	0,014	0,881	-0,067	0,464	-0,001	0,993
Colesterol total	0,181	0,046	0,07	0,445	0,15	0,099
Triglicéridos	0,200	0,027	0,217	0,016	-0,059	0,517
cHDL	-0,161	0,076	-0,142	0,118	0,051	0,576
cLDL	0,215	0,017	0,052	0,573	0,177	0,051
Presión arterial sistólica	0,254	0,004	0,296	0,001	0,029	0,75
Presión arterial diastólica	0,266	0,003	0,319	0,000	0,113	0,208

Los valores mostrados refieren el coeficiente de correlación de Pearson para variables paramétricas y Spearman para las no paramétricas. Los valores de p<0, 05 son considerados estadísticamente significativos.

En una muestra de estudiantes universitarios la presión arterial sistólica y diastólica fue mayor en hombres que en mujeres, con promedios de 120/75 y 107/67 respectivamente²⁰, en tanto, nosotros reportamos valores mayores sólo en presión sistólica. Las mujeres poseen valores estadísticamente aumentados en cHDL, similar a lo reportado en estudiantes americanos²¹. Liang y cols²² describieron valores mayores en cLDL en universitarios chinos, lo que difiere a los resultados presentes. El promedio de glicemia fue mayor en las mujeres y menores en colesterol total, resultados diferentes reportaron González y cols²³ en una población de la universidad de Guadalajara, México. Ruano Nieto y cols²⁴ utilizando la misma clasificación de sedentarismo que la de nuestro estudio, encontró

que el 85,15% de los estudiantes con IMC > a 25 son sedentarios al igual que el 90,2% de estudiantes con el perímetro abdominal alterado.

Se han descrito valores aumentados en colesterol, triglicéridos, cLDL y disminuidos en cHDL en adultos fumadores²⁵, en el presente estudio los estudiantes clasificados como fumadores, poseen valores mayores en colesterol total, triglicéridos, cLDL y cHDL, similares a los encontrados en otra muestra universitaria, a excepción del cHDL que se encuentra aumentado significativamente en los no fumadores²⁶. La presión arterial fue mayor en los sujetos fumadores, siendo estas diferencias no significativas, distinto a lo reportado por Onyesom y cols²⁷ donde se describen diferencias estadísticas.

Los estudiantes obesos poseen valores mayores de colesterol total, triglicéridos, cLDL y menores en cHDL, una investigación en estudiantes turcos clasificados como obesos, demostró que los valores de colesterol total, triglicéridos y cLDL se encontraban aumentados significativamente²⁸. El contorno de cintura se encontró aumentado estadísticamente en los sujetos obesos, similar a lo reportado en otra población universitaria²⁹, en una muestra de hombres y mujeres adultos, se describieron valores estadísticamente mayores en colesterol total, triglicéridos y cLDL en el grupo de sujetos clasificados con malnutrición por exceso³⁰. No se evidenciaron diferencias significativas en la clasificación del estado nutricional con la presión arterial, aunque existen valores mayores en los sujetos con malnutrición por exceso, Papathanasiou y cols³¹ reportaron que los sujetos con sobrepeso y obesidad de ambos sexos poseían una alta prevalencia de hipertensión y valores aumentados en comparación a los normo-peso. Encontramos valores significativamente aumentados en presión arterial sistólica y diastólica en los estudiantes clasificados con riesgo alto a través del contorno de cintura, en universitarios mexicanos con contorno de cintura mayor a 90 cm en hombres y 80 cm en mujeres más triglicéridos en plasma mayores a 150 mg/dl, se describieron valores superiores en presión arterial, colesterol total, triglicéridos y glicemia³².

El IMC demostró correlación positiva con el colesterol total y triglicéridos y el contorno de cintura sólo presentó asociación con triglicéridos, en una muestra de sujetos universitarios se reportó correlación positiva entre el IMC y el contorno de cintura en colesterol total, triglicéridos y cLDL³³, también se ha descrito una asociación negativa con el cHDL³⁴. Existió asociación positiva con la presión arterial sistólica y diastólica, similar a lo reportado en universitarios³⁵, un análisis de regresión logística reveló que estudiantes de medicina tuvieron 12,8 % más de posibilidades de tener pre - hipertensión con aumento de una unidad en su IMC³⁶.

Como conclusión de este estudio podemos plantear que el sedentarismo se asocia a otros factores de riesgo cardiovascular, como los elevados niveles de malnutrición por exceso y consumo de tabaco, es importante destacar que los estudiantes dentro de la universidad/ colegio son objetivos ideales para las intervenciones de estilo de vida dirigido a mejorar las conductas de salud, si bien en este estudio aún no se encuentran en categorías de alto riesgo, es un momento oportuno para intervenir y revertir estas tendencias negativas para la salud.

Referencias

1. MINSAL. Encuesta Nacional de Salud 2009-2010. Ministerio de Salud Chile, 2010.
2. Owen N, Healy GN, Matthews CE, Dunstan DW. Too much sitting: the population health science of sedentary behavior. *Exerc Sport Sci Rev* 2010; 38: 105-13.
3. Iglesias M, Santa Teresa E & Saéz A. Estudio comparativo de hábitos entre estudiantes universitarios y preuniversitarios de la zona noroeste de Madrid. *Nutr Hosp.* 2015; 31(2):966-974
4. Moreira LD, Oliveira ML, Lirani-Galvão AP, Marin-Mio RV, Santos RN, Lazaretti-Castro M. Physical exercise and osteoporosis: effects of different types of exercises on bone and physical function of postmenopausal women. *Arq Bras Endocrinol Metabol.* 2014; 58(5):514-22.
5. Egan B, Zierath J. Exercise Metabolism and the Molecular Regulation of Skeletal Muscle Adaptation. *Cell Metabolism* 2013; 17 (2): 162-84.
6. Frajacom FT, Demarzo MM, Fernandes CR, Martinello F, Bachur JA, Uyemura SA, Perez SE, Garcia SB. The effects of high-intensity resistance exercise on the blood lipid profile and liver function in hypercholesterolemic hamsters. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2012; 37 (3):448-54.
7. Lowry R, Michael S, Demissie Z, Kann L & Galuska DA. Associations of Physical Activity and Sedentary Behaviors with Dietary Behaviors among US High School Students. *Journal of Obesity*, 2015. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/876524>.
8. Karamouzis I, Pervanidou P, Berardelli R, Iliadis S, Papassotiropoulos I, Karamouzis M, et al. Enhanced oxidative stress and platelet activation combined with reduced antioxidant capacity in obese prepubertal and adolescent girls with full or partial metabolic syndrome. *Horm Metab Res* 2011; 43(9): 607-613.
9. Moreno V, Diéguez I, Lara J & Molina G. Estado nutricional, hábitos nutricionales, calidad de vida y somnolencia diurna en personal de ocio nocturno de Córdoba. *Nutr Hosp.* 2015; 31(4):1778-1786.
10. Cutillas AB, Herrero E, de San Eustaquio A, Zamora S, Perez-Llamas F. "Prevalence of underweight, overweight and obesity, energy intake and dietary caloric profile in university students from the region of Murcia (Spain)." *Nutr Hosp* 2013; 28(3): 683-689.
11. MINSAL, Ministerio de Salud, Gobierno de Chile. Departamento de Epidemiología. Departamento de Promoción de Salud. II Encuesta Nacional de Calidad de Vida y Salud. Chile 2006. Cuestionario. Disponible en: <http://epi.minsal.cl/epi/html/sdesalud/calidaddevida2006/cuestionario.pdf>
12. MINSAL, Ministerio de Salud. Guía clínica hipertensión arterial primaria o esencial en personas de 15 años y más. Santiago: 2010. Disponible en: <http://web.minsal.cl/portal/url/item/73b3f6e9826410bae04001011f017f7b.pdf>
13. Martínez C, Veiga P, López de Andrés A, Cobo Sanz J & Carbajal A. Evaluación del estado nutricional de un grupo de estudiantes universitarios mediante parámetros dietéticos y de composición corporal. *Nutr Hosp.* 2005; 20:197-203.
14. Peltzer K, Pengpid S, Samuels TA, Özcan NK, Mantilla C, Rahamefy OH, Wong ML, Gasparishvili A. Prevalence of Overweight/Obesity and Its Associated Factors among University Students from 22 Countries *Int J Environ Res Public Health*. 2014; 11(7):7425-41.
15. Teleman AA, de Waure C, Soffiani V, Poscia A & Di Pietro ML. Physical activity and health promotion in Italian university students. *Ann Ist Super Sanità* 2015; 51 (2): 106-110.
16. Lorenzini R, Betancur-Ancona D, Chel-Guerrero L, Segura-Campos M & Castellanos-Ruelas A. Estado nutricional en relación con el estilo de vida de estudiantes universitarios mexicanos. *Nutr Hosp.* 2015; 32 (1):94-100
17. Mogre V, Nyaba R, Aleyira S, Sam NB. Demographic, dietary and physical activity predictors of general and abdominal obesity among university students: a cross-sectional study. *Springerplus*. 2015; 4 (1):226.
18. Nanney MS, Lytle LA, Farbaksh K, Moe SG, Linde JA, Gardner JK, Laska MN. Weight and weight-related behaviors among 2-year college students. *J Am Coll Health.* 2015; 63(4):221-9.
19. Zanini G, Gorga E, Magro FD, Okunuga B, Pasini F, et al. (2015) Cardiovascular Risk Factors, Diet and Lifestyle among a Group of Italian Young Adults Students. *Int J Clin Cardiol* 2015; 2(1) 018
20. Ali M, Yusuf HI, Stahmer J, Rahlenbeck SI. Cardiovascular risk factors and physical activity among university students in Somaliland. *J Community Health.* 2015; 40(2):326-30.

21. Fernandes J, Arts J, Dimondc E, Hirshbergb S, Lofgrenb IE. Dietary factors are associated with coronary heart disease risk factors in college students. *NUTRITION RESEARCH* 2013; 33:647-652.
22. Liang W, Wang L, Guo D, Nie Z, Chen Y, Jin Y, He L, Yao Y. Blood lipid profile and glucose of university students (China). *Nutr Hosp.* 2015; 31(5):2182-6.
23. González C, Díaz Y, Mendizabal A, Medina E & Morales J. Prevalencia de obesidad y perfil lipídico alterado en jóvenes universitarios *Nutr. Hosp.* 2014; 29(2): 315-321.
24. Ruano Nieto CI, Melo Pérez JD, Mogrovejo Freire L, De Paula Morales KR, Espinoza Romero CV. Prevalence of metabolic syndrome and associated risk factors in ecuadorian university students *Nutr Hosp.* 2015; 31(4):1574-81.
25. Wan Ghazali WS, Mohamed M. An Open-Label Pilot Study to Assess Honey Supplementation in Improving Lipid Profiles Among Chronic Smokers. *J Integrative Med Ther.* 2015; 2(1): 5.
26. Waheeb DM. influence of cigarette smoking on lipid profile in male university students. *PJP.* 2011; 28(2):45-49.
27. Onyesom I, Osioma E, Testimi OL, Rotu. AR. Biomarkers of Metabolic Syndrome in Serum of Some Cigarette Smokers in Delta State, Nigeria. *American Journal of Biochemistry* 2012; 2(1): 7-10.
28. Sanlier N & Yabanci N. Relationship between body mass index, lipids and homocysteine levels in university students. *J Pak Med Assoc.* 2007; 57 (10):491-5.
29. Kim DI, Kim JY, Lee MK, Lee HD, Lee JW, Jeon JY. The Relationship Between Fitness, BMI and Risk Factors of Metabolic Syndrome Among University Students in Korea. *Korean J Obes.* 2012; 21(2):99-107.
30. Ranganathan S, Krishnan TU, Radhakrishnan S. Comparison of dyslipidemia among the normal-BMI and high-BMI group of people of rural Tamil Nadu. *Med J DY Patil Univ* 2015; 8:149-52.
31. Papathanasiou G, Zerva E, Zacharis I, Papandreou M, Papa-georgiou E, Tzima C, Georgakopoulos D, Evangelou A. Association of high blood pressure with body mass index, smoking and physical activity in healthy young adults. *Open Cardiovasc Med J.* 2015; 27 (9):5-17.
32. Villalobos R, Wall A, Rodríguez A, Urquidez R, Hernández R, Murguía M et al. Hypertriglyceridemic-waist (htgw) phenotype in university students from two regions of México. *Acta Medica Mediterranea*, 2015; 31: 173-178.
33. Hertelyova Z, Salaj R, Chmelarova A, Dombrovsky P, Dvorakova MC, Kruzliak P. The association between lipid parameters and obesity in university students. *J Endocrinol Invest.* 2015 DOI 10.1007/s40618-015-0240-8
34. Al-Ajlan AR. Lipid Profile in Relation to Anthropometric Measurements among College Male Students in Riyadh, Saudi Arabia: A Cross-Sectional Study *Int J Biomed Sci.* 2011; 7(2):112-9.
35. Dachen J & Koche U. Relationship of Waist-Hip Ratio and Body Mass Index to Blood Pressure Among Adult Female Students. *International journal of physical education.* 2014; 7 (2):59-62.
36. Debbarma A, Bhattacharjya H, Mohanty A, Mog C. Prevalence of pre-hypertension and its relationship with body mass index among the medical students of Agartala government medical college. *Int J Res Med Sci.* 2015; 3(5): 1097-1101.



Original/*Obesidad*

Doce semanas de ejercicio físico intervalado con sobrecarga mejora las variables antropométricas de obesos mórbidos y obesos con comorbilidades postulantes a cirugía bariátrica

Pedro Delgado Floody^{1,7}, Daniel Jerez Mayorga³, Felipe Caamaño Navarrete⁴, Aldo Osorio Poblete^{1,2}, Nicole Thuillier Lepeley^{1,5} y Manuel Alarcón Hormazábal^{1,6}

¹Programa de Tratamiento Integral de la Obesidad Mórbida, Universidad Santo Tomás, Temuco. ²Carrera de Pedagogía en Educación Física, Escuela de Educación, Universidad Santo Tomás, Temuco. ³Carrera de Kinesiología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad San Sebastián. ⁴Carrera de Pedagogía en Educación Física, Facultad de Educación, Universidad Católica de Temuco, Temuco. ⁵Escuela de Kinesiología, Universidad Santo Tomás, Temuco. ⁶Escuela de Nutrición, Universidad Santo Tomás (Temuco), Chile. ⁷Plan Común, Facultad de Educación, Universidad Católica de Temuco, Temuco Chile.

Resumen

Introducción: para la obesidad mórbida la cirugía bariátrica es efectiva, sin embargo, a mayor peso preoperatorio podría aumentar la morbilidad, por tal motivo es necesario implementar programas que mejoren esta condición.

Objetivo: determinar los efectos de un programa de ejercicio físico intervalado sobre el perfil antropométrico de obesos mórbidos y obesos con comorbilidades postulantes a cirugía bariátrica.

Material y métodos: tres hombres y veinticinco mujeres entre 18 y 60 años postulantes a cirugía bariátrica, con obesidad mórbida (n = 16) u obesidad y comorbilidades (diabetes mellitus tipo II, hipertensión arterial, dislipidemia, resistencia a la insulina) (n = 12), fueron sometidos a un programa de ejercicio físico intervalado con sobrecarga de tres meses de duración (36 sesiones). Antes y 72 horas después de la última sesión de intervención se evaluó (en ayuno ≥ 12 horas): peso corporal, índice de masa corporal (IMC), contorno de cintura (CC) y contorno de cadera.

Resultados: el promedio de edad corresponde a 36,96 años; previo a la intervención el peso tuvo un promedio de $102,66 \pm 15,96$ kg, el IMC de $40,84 \pm 4,94$, el CC $114,22 \pm 10,35$ cm y el contorno de cadera $126,84 \pm 10,65$ cm. Tras doce semanas de intervención se evidenciaron disminuciones significativas en las variables peso (p = 0,000), IMC (p = 0,001), CC (p = 0,000) y contorno de cadera (0,000).

TWELVE WEEKS OF PHYSICAL EXERCISE INTERVAL WITH SURCHARGE IMPROVES THE ANTHROPOMETRIC VARIABLES OF OBESE MORBID AND OBESE WITH COMORBIDITIES CANDIDATES TO BARIATRIC SURGERY

Abstract

Introduction: for the morbid obesity the bariatric surgery is effective, but to major preoperative weight it might increase morbidity and mortality, for such a motive it is necessary to implement programs that improve this condition.

Objective: to determine the effects of a program of physical exercise interval on the anthropometric profile of the morbidly obese and obese with comorbidities candidates to bariatric surgery.

Material and methods: three men and twenty-five women between 18 and 60 years old candidates to bariatric surgery, with morbid obesity (n = 16) or obese and comorbidities (type-II diabetes mellitus, hypertension, dyslipidemia, insulin resistance) (n = 12), they were subjected to a program of physical exercise with interval overload of three months duration (36 sessions). Before and 72 hours after the last intervention session was evaluated on fasting (≥ 12 hours): body weight, body mass index (BMI), waist contour (WC) and contour hip.

Results: the average age corresponds to 36.96 years, prior to intervention the weight had an average of 102.66 ± 15.96 kg, BMI of 40.84 ± 4.94 , the WC 114.22 ± 10.35 cm and the contour hip 126.84 ± 10.65 cm. After twelve weeks of intervention showed significant decreases in weight variables (p = 0.000), BMI (p = 0.001), WC (p = 0.000) and hip contour (0.000).

Correspondencia: Pedro Delgado Floody.
Programa de Tratamiento Integral de la Obesidad Mórbida.
Universidad Santo Tomás (Temuco), Chile.
E-mail: pedrodelgado@santotomas.cl

Recibido: 8-VII-2015.
Aceptado: 7-VIII-2015.

Conclusiones: doce semanas de ejercicio físico intervalado mejoró las condiciones antropométricas preoperatorias, sin presentar riesgos en la salud y con elevada adhesión al programa, por tal motivo se puede recomendar para este tipo de tratamiento.

(Nutr Hosp. 2015;32:2007-2011)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9610

Palabras claves: *Obesidad. Obesidad mórbida. Ejercicio físico.*

Abreviaturas

CC: Contorno cintura.

ENS: Encuesta Nacional de Salud.

IMC: Índice de masa corporal.

VO2max: Consumo Máximo de Oxígeno.

Introducción

El aumento en el consumo de energía y la disminución del gasto calórico generan un balance energético positivo que al mantenerse en el tiempo, inciden sobre la obesidad¹, esta es una de las enfermedades no transmisibles más graves y prevalentes en la actualidad², afecta la respuesta inmune³, se asocia con las enfermedades cardiovasculares y sus factores de riesgo^{4,5,6}, algunos tipos de cáncer⁷ y conduce a un mayor estado de morbilidad y mortalidad⁸.

El estilo de vida moderno ha cambiado los patrones de alimentación y de actividad física en la población, con el consecuente aumento de la obesidad⁹, que es el resultado de la interacción de factores genéticos, metabólicos, conductuales y culturales. La última encuesta nacional de salud (ENS) realizada en Chile en los años 2009-2010, encontró un 67 % de exceso de peso y un 88,6 % de sedentarismo en la población adulta, además la obesidad mórbida aumentó de 148.000 personas en el año 2003 a 300.000 en el año 2010¹⁰, constituyendo un problema social, ya que esta condición genera una disminución considerable de la expectativa de vida¹¹ y elevados gastos en salud pública.

La alternativa quirúrgica ha mostrado ser una opción efectiva para mejorar esta condición^{12,13,14,15}, sin embargo, a mayor peso preoperatorio podría aumentar la morbilidad¹⁶, por tal motivo es necesario valorar los efectos del ejercicio físico sobre el peso preoperatorio de obesos mórbidos.

El propósito del estudio fue determinar los efectos de un programa de ejercicio físico intervalado sobre el perfil antropométrico de obesos mórbidos y obesos con comorbilidades postulantes a cirugía bariátrica.

Material y métodos

La muestra quedó conformada por 3 hombres y 25 mujeres entre 18 y 60 años candidatos a cirugía bariá-

Conclusions: twelve weeks of interval exercise improved preoperative anthropometric conditions, without presenting risks in health and with high adherence to the program, which is why it may be recommended for this type of treatment.

(Nutr Hosp. 2015;32:2007-2011)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9610

Key words: *Obesity. Morbid obesity. Physical exercise.*

trica; 16 obesos mórbidos y 12 pacientes con obesidad y comorbilidades. La muestra es de tipo no-probabilística, con sujetos elegidos de manera no-aleatoria por conveniencia y voluntarios. El estudio contó con la aprobación del Comité de Ética de la Universidad Santo Tomás, todo paciente firmó un consentimiento informado antes del estudio.

Para participar del grupo de estudio se estableció una asistencia a las sesiones de ejercicio, > 80% del total de 36 sesiones planificadas. De los 34 sujetos que iniciaron el programa, 28 cumplieron con las exigencias, los otros 6 abandonaron la investigación por no cumplir con los requerimientos del programa.

Los criterios de inclusión fueron; tener entre 18 y 60 años de edad, un índice de masa corporal (IMC) $\geq 40 \text{ kg/m}^2$ o $\text{IMC} \geq 35 \text{ kg/m}^2$ y comorbilidades (Diabetes mellitus tipo ii, hipertensión arterial, dislipidemia, resistencia a la insulina), participar del programa de tratamiento integral de la obesidad mórbida de la Universidad Santo Tomás y tener habilitación médica para la práctica de ejercicio físico.

Los criterios de exclusión fueron; limitaciones físicas para realización de ejercicios, presencia de patologías respiratorias crónicas, participación menor al 80% del programa.

Recolección de la información: Los participantes fueron informados y concientizados sobre los objetivos de la investigación, y la importancia de mejorar sus condiciones preoperatorias, para optar a la cirugía.

Evaluaciones antropométricas: El contorno de cintura y contorno cadera se determinaron con una cinta métrica autorretráctil adulto graduada en centímetros marca SECA. El peso se determinó con una balanza calibrada de palanca de adulto mecánica de columna 220Kg c/tallímetro, graduada, marca SECA®. La balanza se calibró cada vez que se evaluó a un individuo según manual del fabricante.

El IMC se determinó para estimar el grado de obesidad (kg/m^2). Para las evaluaciones antropométricas los pacientes obesos estaban con un ayuno > 12 h. Las mediciones finales (post) se realizaron 72 h después de la última sesión de ejercicio.

Programa de ejercicio físico: Se aplicaba tres veces por semana (1 hora/sesión), mediante ejercicios con sobrecarga (i.e., flexores y extensores del antebrazo; flexores de tronco; pectorales; elevadores del hombro; extensores de rodilla; plantiflexores). Cada ejercicio

se ejecutaba 3 series durante 60 s por cada una, con una intensidad que inducía fallo muscular al final de este periodo y con 2 min de pausa entre series¹⁷. Cada sesión incluyó 10 minutos de un calentamiento cardiovascular y 5 minutos de un enfriamiento y estiramiento post sesión.

Análisis Estadístico: Se procedió a normalizar aquellas variables que no presentaban un comportamiento normal a través de la prueba Shapiro Wilks. Para la comparación de las variables paramétricas cuantitativas entre dos grupos se utilizó el test T de Student, y en el caso de variables no paramétricas, se utilizó la prueba de Wilcoxon. Todos los análisis se realizaron con el programa SPSS, versión 15,0. El nivel de confianza fue del 95%, ($p < 0,05$).

Presentación de resultados

La muestra del estudio es de 28 pacientes candidatos a cirugía, 3 hombres y 25 mujeres, el promedio de edad corresponde a 36,96 años, la talla es de 1,59 m, el peso tuvo un promedio de $102,66 \pm 15,96$ kg, el IMC de $40,84 \pm 4,94$ kg/m², el contorno cintura de $114,22 \pm 10,35$ cm y el contorno cadera de $126,84 \pm 10,65$ cm (Tabla I).

Posterior a doce semanas de ejercicio físico intervalado con sobrecarga las variables antropométricas adquirieron los siguientes promedios: Peso $101,21 \pm 16,28$ kg, el IMC tuvo un valor de $40,24 \pm 5,06$ kg/m², el CC fue de $109,81 \pm 11,50$ cm y contorno cadera de $122,82 \pm 11,61$ cm. Se evidenciaron disminuciones significativas en las variables peso ($p=0,000$), IMC ($p=0,001$), CC ($p=0,000$) y contorno cadera ($p=0,000$) (Tabla II).

Discusión

Los resultados de esta investigación indican que un programa supervisado de ejercicio intervalado de sobrecarga en pacientes obesos mórbidos y con comorbilidades fue posible y apropiado de realizar. Los pacientes participaron en el 84% de las sesiones y no se presentaron eventos adversos como resultado del

entrenamiento. Tasas de adherencia al ejercicio similares se han encontrado en otros estudios con población obeso mórbida^{18,19,20}.

Los efectos del ejercicio intervalado de sobrecarga sobre la pérdida de peso, composición corporal y variables antropométricas fueron estudiados. 12 semanas de ejercicio intervalado de sobrecarga mostraron reducir significativamente el peso, índice de masa corporal, contorno cintura y cadera.

El considerable aumento de la obesidad clase III o "Mórbida" a alcanzando la prevalencia de un 3% en Estados Unidos²¹ esto ha motivado la generación de intervenciones desde el punto de vista terapéutico haciendo hincapié en la actividad física y los beneficios de ésta en parámetros metabólicos y cardiovasculares.

Sánchez et al²², evaluaron la influencia que tiene un programa de ejercicio físico estructurado en pacientes con obesidad mórbida pendientes de cirugía bariátrica, reportó tras 8 semanas de ejercicio aeróbico y de sobrecarga disminuciones del IMC de 1,77, similares a los reportados en nuestro estudio.

Estudios con educación de abordaje multidisciplinar han encontrado disminución en parámetros metabólicos, antropométricos y aumento de calidad de vida en pacientes obesos mórbidos candidatos a cirugía bariátrica^{23,24}, de igual forma se han visto esos resultados con pacientes con obesidad no mórbida²⁵.

Intensidades entre el 60 al 75% de 1RM, utilizando 8 a 12 repeticiones de 8 a 10 ejercicios dirigidos a grandes grupos musculares han demostrado disminuciones significativas en el peso corporal, IMC y contorno cintura tras 12 semanas de ejercicio supervisado de sobrecarga²⁰, a su vez nuestra metodología de trabajo de 1 minuto de ejercicio hasta provocar el fallo muscular induce cambios similares en las variables de composición corporal a las intensidades anteriormente descritas. En un estudio realizado con mujeres sedentarias pre-diabéticas con sobrepeso u obesidad con una duración de 12 semanas, los niveles de glicemia post intervención disminuyeron significativamente realizando ejercicio de alta intensidad intervalado y de resistencia hasta el fallo muscular²⁶, un programa de 8 semanas de duración donde se aplicaron sesiones de ejercicio combinado, disminuyeron significati-

Tabla I
Características generales de la muestra antes de la intervención

	<i>Mínimo</i>	<i>Media-DS</i>	<i>Máximo</i>
Edad	18	36,96±11,41	60
Talla (m)	1,48	1,59±0,06	1,72
Peso (kg)	72,9	102,66±15,96	135,5
IMC (kg/m ²)	36	40,84±4,94	49
Contorno cintura (cm)	97,5	114,22±10,35	141
Contorno cadera (cm)	107	126,84±10,65	145,5

Datos presentados como media ± desviación estándar, valor mínimo y máximo por variable.

Tabla II
Variaciones luego de 12 semanas de ejercicio físico

Características		(n=28)
Peso (kg)	Pre	102,66±15,96
	Post	101,21±16,28
	Variación %	-1,41
	P =	0,000
IMC (kg/m ²)	Pre	40,84 ± 4,94
	Post	40,24± 5,06
	Variación %	-1,47
	P =	0,001
Contorno cintura (cm)	Pre	114,22± 10,35
	Post	109,81 ± 11,50
	Variación %	-3,86
	P =	0,000
Contorno cadera (cm)	Pre	126,84 ± 10,65
	Post	122,82± 11,61
	Variación %	-3,16
	P =	0,000

Datos presentados como media ± desviación estándar. Pre: indica antes de intervención; Post: indica después de 12 semanas de intervención. Variación %: indica porcentaje de variación entre Pre-Post. P: valores referidos a cambios entre periodos Pre-Post.

vamente los niveles de insulino resistencia en sujetos hiperglicémicos y dislipidémicos²⁷. Otro estudio sobre los efectos del ejercicio físico intervalado de alta intensidad, presentó un incremento significativo en el consumo máximo de oxígeno (VO₂max) en pacientes con intolerancia a la glucosa²⁸.

Como conclusión podemos apreciar que nuestros datos sugieren que un programa de entrenamiento de 12 semanas de ejercicio intervalado de sobrecarga es bien tolerado y con un alto porcentaje de adherencia por parte de los obesos mórbidos, a su vez genera cambios significativos en las variables antropométricas de peso corporal, IMC e índices cintura-cadera, aun así estos resultados de pérdida de peso deberían ser superiores para lograr mejorar la calidad de vida en estos pacientes, es importante considerar para futuras investigaciones la aplicación de métodos de alta intensidad intervalados (HIIT) para analizar sus efectos en este tipo de población y comparar resultados, ya que estos son tiempo-eficientes, mejoran la funcionalidad muscular^{29,30}, la resistencia a la insulina y producen una serie de adaptaciones del músculo esquelético que resultan en una mayor oxidación de la grasa y la glucosa^{31,32}.

Referencias

- Martínez JA. Body-weight regulation: causes of obesity. *Proc Nutr Soc* 2000; 59 (3):337-345.
- Kushner RF. Weight loss strategies for treatment of obesity. *Prog Cardiovasc Dis*. 2014; 56 (4): 465-72.
- Muñoz M, Mazure R, Culebras J. Obesidad y sistema inmune. *Nutr. Hosp*. 2004; 19:319-324.
- Melanson KJ, McInnis KJ, Rippe JM, Blackburn G, Wilson PF. Obesity and cardiovascular disease risk: research update. *Cardiol Rev* 2001; 9: 202-207.
- Dallongeville J, Bringer J, Bruckert E, Charbonnel B, Dievart F, Komada M, et al. Abdominal obesity is associated with ineffective control of cardiovascular risk factors in primary care in France. *Diabetes Metab* 2008; 34: 606-611.
- Ruano M, Silvestre V, Aguirreagoicoa E, Criado L, Duque Y, García-Blanch G. Nutrición, síndrome metabólico y obesidad mórbida. *Nutr. Hosp*. 2011; 26(4): 759-764.
- Calle EE, Thun MJ. Obesity and cancer. *Oncogene* 2004; 23:6365-6378.
- Karamouzis I, Pervanidou P, Berardelli R, Iliadis S, Papassotiropoulos I, Karamouzis M, et al. Enhanced oxidative stress and platelet activation combined with reduced antioxidant capacity in obese prepubertal and adolescent girls with full or partial metabolic syndrome. *Horm Metab Res* 2011; 43(9): 607-613.
- Vio F, Kain J. Epidemiología de la Obesidad en Chile. En: Obesidad un enfoque integral. Eds. Cruchet S., Rozowski J. 2007; pp 20-31.
- MINSAL. Encuesta Nacional de Salud 2009-2010. Ministerio de Salud Chile, 2010.
- Fontaine KR, Redden DT, Wang C, Westfall AO, Allison DB. Years of life lost due to obesity. *JAMA: the journal of the American Medical Association* 2003; 289: 187-193.
- Carvajal-Balaguera J, García-Almenta M, Delgado de Torres S, Camuñas-Segovia J, Peña-Gamarra L, Fernández P, et al. Bypass gástrico en el tratamiento de la obesidad mórbida y la superobesidad: estudio comparativo. *Nutr. Hosp*. 2007; 22(5): 607-611.
- Fatima J, Houghton SG, Iqbal CW, Thompson GB, Que FL, Kendrick ML, et al. Bariatric surgery at the extremes of age. *J Gastrointest Surg*. 2006; 10 (10): 1392-6.
- Carrasco F, Klaassen J, Papapietro K, Reyes E, Rodríguez L, Csendes A, et al. Propuesta y fundamentos para una norma de manejo quirúrgico del paciente obeso. Año 2004. *Rev. méd. Chile* 2005; 133: 699-706.
- Csendes A, Burdiles P, Papapietro K, Burgos AM. Comparación del tratamiento médico y quirúrgico en pacientes con obesidad grado III (obesidad mórbida). *Rev. méd. Chile* 2009; 137: 559-66.
- Lanzarini E, Maramba A, Fernández L, Lasnibat J, Jans J, Díaz E, et al. Hiperobesidad y obesidad mórbida: estudio comparativo. *Rev Chil Cir*. 2012; 64 (3): 233-237.
- Saavedra C. Guía de actividad física para el adulto mayor. Santiago, Chile: Instituto Nacional del Deporte; 2006.

18. Annesi JJ, Gorjala S. Changes in theory-based psychological factors predict weight loss in women with class III obesity initiating supported exercise. *J Obes*. 2010 2010. pii: 171957.
19. Baillot A, Mampuya WM, Comeau E, Méziat-Burdin A, Langlois MF. Feasibility and Impacts of Supervised Exercise Training in Subjects with Obesity Awaiting Bariatric Surgery: a Pilot Study. *Obes Surg*. 2013; 23(7):882-91.
20. Huck CJ. Effects of supervised resistance training on fitness and functional strength in patients succeeding bariatric surgery. *J Strength Cond Res*. 2015; 29(3):589-95.
21. Lavie CJ, McAuley PA, Church TS, Milani RV, Blair SN. Obesity and Cardiovascular Diseases: Implications Regarding Fitness, Fatness, and Severity in the Obesity Paradox. *J Am Coll Cardiol*. 2014; 63(14):1345-54.
22. Sánchez Ortega L, Sánchez Juan C, Alfonso García A. Valoración de un programa de ejercicio físico estructurado en pacientes con obesidad mórbida pendientes de cirugía bariátrica. *Nutr. Hosp*. 2014; 29:64-72.
23. Annesi JJ & Tennant GA. Generalization of theory-based predictions for improved nutrition to adults with morbid obesity: Implications of initiating exercise. *International Journal of Clinical and Health Psychology*. 2014; 14 (1): 1-8.
24. Delgado P, Caamaño F, Jerez D, Campos C, Ramirez-Campillo R, Osorio A, et al. Efectos de un programa de tratamiento multidisciplinar en obesos mórbidos y obesos con comorbilidades candidatos a cirugía bariátrica. *Nutr. Hosp*. 2015; 31(5):2014-2019.
25. Arrebola Vivas E, Gómez-Candela C, Fernández Fernández C, Bermejo López L, Loria Kohen V. Eficacia de un programa para el tratamiento del sobrepeso y la obesidad no mórbida en atención primaria y su influencia en la modificación de estilos de vida. *Nutr. Hosp*. 2013; 28:137-41.
26. Álvarez C, Ramírez R, Flores M, Zúñiga C, Celis-Morales CA. Efectos del ejercicio físico de alta intensidad y sobrecarga en parámetros de salud metabólica en mujeres sedentarias, pre-diabéticas con sobrepeso u obesidad. *Rev. méd. Chile* 2012; 140 (1): 1289-96.
27. Álvarez C, Ramírez-Campillo R, Henríquez-Olguín C, Castro-Sepúlveda M, Carrasco V, Martínez C. ¿Pueden ocho semanas de ejercicio físico combinado normalizar marcadores metabólicos de sujetos hiperglicémicos y dislipidémicos?. *Rev. méd. Chile* 2014; 142 (4): 458-466.
28. Mancilla R, Torres P, Álvarez C, Schifferli I, Sapunar J, Díaz E. Ejercicio físico intervánico de alta intensidad mejora el control glicémico y la capacidad aeróbica en pacientes con intolerancia a la glucosa. *Rev. méd. Chile* 2014; 142 (1): 34-39.
29. Gibala M, Little J, MacDonald M, Hawley J. Physiological adaptations to low-volume high intensity interval training in health and disease. *J Physiol* 2012; 590 : 1077-84.
30. Izquierdo M, Ibáñez J, González-Badillo JJ, Häkkinen K, Ratamess NA, Kraemer WJ, et al. Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses, strength, and muscle power gains. *J Appl Physiol* 2006; 100 (5): 1647-56.
31. Gibala M. Molecular responses to high-intensity interval exercise. *Appl Physiol Nutr Metab*, 2009; 34 (3): 428-32.
32. Paoli A, Moro T, Marcolin G, Neri M, Bianco A, Palma A, et al. High-Intensity Interval Resistance Training (HIRT) influences resting energy expenditure and respiratory ratio in non dieting individuals. *J Trans Med* 2012; 237 (10): 1-8.



Original/*Obesidad*

Effect of hypoenergetic diet combined with consumption of coconut flour in overweight women

Elizabeth de Paula Franco¹, Gláucia Maria Moraes de Oliveira¹, Ronir Raggio Luiz² and Glorimar Rosa^{1,3}

¹Postgraduate Program of Medicine/Cardiology, Federal University of Rio de Janeiro. ²Institute of Collective Health of the Federal University of Rio de Janeiro. ³Josué de Castro Institute at the Federal University of Rio de Janeiro Nutrition and Dietetic Department, Brazil.

Abstract

Introduction: the prevalence of obesity has increased, especially among women.

Aim: the aim of this study was to assess the effect of a hypoenergetic diet combined with coconut flour on anthropometric and biochemical data and the quality of the diet.

Methods: we carried out a crossover clinical trial involving a step with hypoenergetic diet only and another with the diet associated with coconut flour consumption (26 g) over the course of nine months. The volunteers were recruited from the São Gonçalo city of Rio de Janeiro. Anthropometric, biochemical and dietary data were collected monthly. The diet quality index revised for the Brazilian population (DQI-R) and the consumption of ultra-processed foods and additives were assessed. The Wilcoxon and Mann-Whitney tests were performed, with $p < 0.05$ considered statistically significant.

Results: forty-two women of an average 47.5 ± 9.5 years of age participated. The hypoenergetic diet promoted a decrease in body fat, body mass index, waist circumference, waist-to-height ratio, visceral adiposity index, diastolic blood pressure, triglycerides and VLDL. The consumption of coconut flour promoted a drop in glucose and total cholesterol levels when supplementing the hypoenergetic diet. The improvement to diet quality can be noted in the decrease in consumption of ultra-processed foods like vegetable oil, chocolate and soft drinks.

Conclusion: the hypoenergetic diet promoted a decrease in the anthropometric parameters, blood pressure and triglycerides. The consumption of coconut flour promo-

EFFECTO DE LA DIETA HIPOENERGÉTICA COMBINADA CON EL CONSUMO DE HARINA DE COCO EN LAS MUJERES CON SOBREPESO

Resumen

Introducción: la prevalencia de la obesidad ha aumentado, sobre todo entre las mujeres.

Objetivo: el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de una dieta hipoenérgica combinada con harina de coco en los datos antropométricos y bioquímicos y, así como la calidad de la dieta.

Métodos: se realizó un ensayo clínico cruzado que incluyó un paso solo con dieta hipoenérgica y otro con la dieta asociada con el consumo de harina de coco (26 g) a lo largo de nueve meses. Los voluntarios fueron reclutados de la ciudad de São Gonçalo de Río de Janeiro. Antropométrica, datos bioquímicos y dietéticos fueron recolectados mensualmente. Fueron evaluados el índice de calidad de la dieta revisado para la población brasileña (ICD-R) y el consumo de alimentos y aditivos ultraprocesados. Se realizaron las pruebas de Wilcoxon y Mann-Whitney, con $p < 0,05$, considerado estadísticamente significativo.

Resultados: participaron cuarenta y dos mujeres con un promedio de $47,5 \pm 9,5$ años de edad. La dieta hipoenérgica promovió una disminución de la grasa corporal, el índice de masa corporal, la circunferencia de la cintura, la relación cintura-talla, el índice de adiposidad visceral, la presión arterial diastólica, los triglicéridos y VLDL. El consumo de harina de coco promovió una caída en los niveles de colesterol y glucosa totales al complementar la dieta hipoenérgica. La mejora de la calidad de la dieta puede observarse en la disminución del consumo de alimentos ultraprocesados como el aceite vegetal, el chocolate y los refrescos.

Conclusión: la dieta hipoenérgica promovió una disminución en los parámetros antropométricos, la presión arterial y los triglicéridos. El consumo de harina de coco favoreció una disminución de los niveles de colesterol y

Correspondence: Glorimar Rosa.

Departamento de Nutrição e Dietética do Instituto de Nutrição Josué de Castro da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Carlos Chagas Filho, 373. Edifício do Centro de Ciências da Saúde, Bloco J / 2.º andar. Cidade Universitária, CEP:21941-902. Rio de Janeiro, Brasil.
E-mail: glorimar@nutricao.ufrj.br

Recibido: 19-VII-2015.

Aceptado: 17-VIII-2015.

ted a decrease in glucose and total cholesterol levels when supplementing the hypoenergetic diet. The improved diet quality can be seen in the decrease in consumption of ultra-processed foods.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:2012-2018)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9661

Key words: *Hypoenergetic diet. Obesity. Coconut flour.*

Introduction

The prevalence of obesity has risen sharply in recent decades, including in developing nations, and is considered to be a major public health problem¹. It is estimated that in 2010, there was an obese population of around 500 million, which represents about 10-14% of the world population². In Brazil, according to recent data, 17% of the population over the age of 20 is obese³.

The etiology of obesity is multifactorial; however, the most common cause is an upset to the energy balance as a consequence of a sedentary lifestyle and/or high energy intake^{4,5}. Studies show that hypoenergetic, nutritionally balanced diets contribute to the decrease in body fat, total cholesterol levels, LDL cholesterol, triglycerides and blood pressure^{6,7}.

Furthermore, controlled intervention studies suggest that high fiber intake may prevent weight gain by curbing the appetite and hence energy intake⁸. Coconut flour stands out for its high total fiber content of approximately 30%, which may help in treating obesity⁹. No human studies exist assessing the effect coconut flour may have on body fat in overweight women.

The aim of this study was to assess the effect a hypoenergetic diet combined with the consumption of coconut flour, has on anthropometric and biochemical data and on diet quality in overweight women.

Methods

This is a crossover study involving women in the Rio de Janeiro State municipality of São Gonçalo. Included were women who were >20 years of age, overweight or obese, not pregnant or nursing, and not on diets or taking weight-loss medication or supplements of any nature.

This study was approved by the HUCFF/UFRJ Research Ethics Committee and filed under the number 115.224. The volunteers signed free-and-informed-consent forms (FICFs), in accordance with Ministry of Health Resolution no. 196/96.

The volunteers were contacted by telephone to evaluate their eligibility and inform them of study procedures. The appointments were held over a nine-month period divided into three three-month stages. During each stage blood samples were taken after a 12-hour

de glucosa totales cuando se complementa la dieta hipoe-nergética. La calidad de la dieta mejorada se puede ver en la disminución del consumo de alimentos ultraproce-sados.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:2012-2018)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9661

Palabras clave: *Dieta hipoeenergética. Obesidad. Harina de coco.*

fast, anthropometric measurements were noted, 24h recall was reported, and blood pressure was measured. During the first stage the volunteers were given a hypoenergetic diet and four subsequent appointments were held. A personalized diet and a food-substitution list were delivered at the first meeting, when the FICFs were signed.

During the second, washout stage no appointments were held. During the third stage four appointments were held and new personalized diets were delivered with orientation as to how to consume the remove, coconut flour, and at the monthly remove appointments the containers were returned and weighed.

The sample calculation was performed using the PS Power and Sample Size Calculation version 3.0.43, with a confidence interval of 95% (α) and the power of 80% (β). The parameter for the sample calculation was a presumed body mass loss of 2kg per month and a predicted 3kg variance for the standard deviation. The calculation suggested 20 as the minimum number of volunteers. Provision was made following a loss of 30% based on the pilot study.

For the anthropometric evaluation we measured body mass (BM) in kilograms (kg) and height in meters (m) using a digital platform stadiometer (Welmy®) placed on a flat surface¹⁰. Body mass index (BMI) was calculated by dividing body mass (kg) by height (m) squared¹¹. Waist circumference (WC) was measured from the midway point between the iliac crest and the last rib, using a measuring tape¹¹. Neck circumference (NC) was measured with the head positioned in the Frankfurt horizontal plane, the upper edge of the tape placed under the cricoid cartilage and perpendicularly around the neck¹². Waist-height ratio (WHtR) was determined by dividing the waist circumference (cm) by height (cm)¹³. Body adiposity index (BAI) was calculated according to the following formula: $\%F(-BAI) = \text{hip circumference} / [\text{height}^{1.5}] - 18$ ¹⁴.

Blood pressure was ascertained using a sphygmomanometer (Missouri/aneroid), arm clamp specifically for the obese, and stethoscope (Missouri/duoscopic) by auscultation, according to the protocol proposed in the Brazilian Guidelines on Hypertension IV¹⁵.

The blood samples were taken after 12 hours of nighttime fasting, and kept in tubes containing coagulant. The blood samples were centrifuged at 4,000 rpm for 15 minutes to obtain the serum. Concentrations of total cholesterol (TC), triglycerides, high-density lipoproteins (HDL-c) and glucose were analyzed

using the enzymatic colorimetric method: cholesterol oxidase/peroxidase¹⁶, glycerol phosphate oxidase/peroxidase¹⁷, direct detergent¹⁸ and glucose oxidase/peroxidase¹⁹ and expressed in mg/mL. Commercial kits (Abbott Laboratories Brasil LTDA) were used and the reading was taken using an automated LabMax 240 (Labtest Diagn[ostica SA, Brasil) analyzer. LDL-c and VLDL-c concentrations were calculated using the Friedewald formula²⁰.

A diet balanced in micro- and macronutrients spread over six meals was prescribed. Estimated energy expenditure was based on Dietary Reference Intake²¹ according to current BF. Afterward, 513kcal per day, in accordance with the average-energy-value-of-adipose-tissue method (AEVATM), was subtracted from the total energy value (TEV), for estimated BF loss of approximately 2kg per month. We performed the distribution of energetic macronutrients according to the recommendations of the DRI. According to the Brazilian Obesity Guidelines²² and the Brazilian Guidelines for Dyslipidemia and Prevention of Atherosclerosis V²³, saturated fat was offered at a quantity less than or equal to 7% of the TEV, monounsaturated fats less than or equal to 20% of TEV, and polyunsaturated fats less than or equal to 10% of TEV. During the HDCP stage, too, 130 kcal of energy relating to 26g of CP was subtracted.

The CP was delivered in an opaque standup container with a standard measuring spoon. Each container contained 420g of CP, with two containers allotted for each 32-day month. Any remaining CP was weighed at the follow-up appointments to determine overall daily consumption. The volunteers were instructed to consume two measuring spoons' worth daily, consuming 26g in small meals (adding it to fruit or juice or blended with fruit and milk or yogurt).

To obtain the dietary-intake data, we processed 24-hour recalls using the Food Processor version 7.2 software (Esha Research, Salem, USA, 1998). Diet quality was evaluated according to the diet quality index revised for the Brazilian population (DQI-R)²⁴. The DQI-R was assessed for total score and components (dietary groups and nutrients). The total DQI-R score was dichotomized to above and below the 75th percentile (75P). The DQI-R greater than or equal to 75P was considered to be an adequate diet, and less than was inadequate, with the cutoff point a score of 77.8.

Ultra-processed foods and additives were assessed via 24-hour recall, which at the start and end of the study quantified consumption of such foods as chocolates, margarine, cookies, biscuits with filling, soft drinks, bonbons, instant noodles, processed juices, and additives (sugar, sodium and vegetable oil)²⁵.

All statistical analysis was performed using the SPSS version 21 (SPSS Inc, Chicago, IL). Kolmogorov-Sminov and Chi-Squared normality tests were employed for categorical variables, and Wilcoxon and Mann Whitney tests for analyzing the groups. A p-value < 0.05 was considered statistically significant.

Results

We evaluated 42 volunteers of an average 47.5±9.5 years of age, of whom 73.8% were obese, 9.5% hypertensive and 14.2% diabetic, with a significant difference only noted in regard to menopause between the groups that dropped out and completed the study (Table I).

Table I
Baseline characteristics of volunteers who did or did not complete the study. São Gonçalo (RJ), 2014

Variables	Dropped out (n= 17)	Completed (n=42)
Age (years)	43.2±7.6	47.5±9.5
Per capita income (R\$)	1354.8±713.2	1798.3±1296.9
Skin color – non-white (%/n)	58.8/10	71.4(30)
Marital status – has partner (%/n)	58.2/10	80.9(34)
Education -12 years of study (%/n)	52.9/9	57.1(24)
Hypertensive (%/n)	47.0/8	38.0(16)
Hypothyroidism (%/n)	11.7/2	9.5(4)
Diabetes (%/n)	-	14.2(6)
Physical activity – yes (%/n)	35.2/6	21.4(9)
Menopause – yes (%/n)	29.4/5	59.5(25)*
Smokers (%/n)	5.8/1	47.2(2)
Alcoholics (%/n)	11.7/2	10.6(5)
SBP (mmHg)	120.6±15.6	124.2±19.2
DBP (mmHg)	81.1±7.8	80.4±11.6
BF (Kg)	86.8±13.1	84.8±18.1
BMI (Kg/m ²)	34.3±5.7	32.6±6.2
NC (cm)	37.0±1.9	36.2±3.0
WC (cm)	99.9±20.3	104.6±16.6
WHtR	0.6±0.1	0.6±0.0
BAI (%)	39.3±5.2	40.3±5.3
Glycemia (mg/dL)	98.4±12.7	100.0±24.1
Uric acid (mg/dL)	3.8±1.0	3.9±1.1
TC (mg/dL)	190.5±57.3	211.3±40.3
TG(mg/dL)	143.8±57.3	151.0±100.8
LDL-c(mg/dL)	130.6±31.6	133.5±44.6
HDL-c(mg/dL)	43.8±5.9	45.8±8.9
VLDL-c(mg/dL)	27.5±12.6	30.3±20.0

Values expressed in Mean±Standard Deviation, frequency (n). Mann Whitney test for independent variables. Chi-Squared test of categorical variables.*Level of statistical significance p<0.05. SBP: systolic blood pressure; DBP: diastolic blood pressure; BF: body fat; NC: neck circumference; WC: waist circumference; WHtR: waist-to-height ratio; BAI: body adiposity index; TC: total cholesterol; TG: triglycerides, LDL: low-density lipoprotein; HDL: high-density lipoprotein, VLDL: very low-density lipoprotein.

We noted that the dietary treatment involving the hypoenergetic diet led to significant decreases in BF, BMI, NC, WC, WHtR, BAI, DBP, triglycerides and VLDL in the overweight women. During stage 2 (washout) there was a return to the initial concentrations. In stage 3, the hypoenergetic diet combined with coconut flour (HDCP), we noted a significant decrease in serum glucose and TC levels (Table II).

The volunteers were instructed to ingest 26g/day of CP; however, average consumption was 20.3g/day, and only 2.4% of the volunteers ingested the recommended amount.

By comparing the dietary data against the DQI-R classification during the HDCP stage, we noted a significant increase in the total fiber the volunteers consumed, and a significant decrease in the consumption of proteins and carbohydrates in the group of volunteers with the inadequate diet (Table III). Upon analyzing the anthropometric, biochemical and clinical data against the DQI-R classification, we noted a decrease only in the SBP of the volunteers with the inadequate diet in the HD stage.

Table IV presents the consumption of ultra-processed foods and additives, with a reduction in consumption of cookies noted in the HD stage, reduction of

consumption of vegetable oil in the HDCP stage, and reduction in soft drink consumption in both stages.

Discussion

This study is the first of its kind to assess the effect a hypoenergetic diet combined with coconut flour has in lowering the body fat of overweight women. A recent study described the anti-inflammatory, anti-microbial and antioxidant properties of coconut; however, most studies we found involved adding coconut flour to supplement the fiber content of food²⁷.

We found that the hypoenergetic diet decreased the BF, BMI, WC, WHtR, BAI, DBP, TG and VLDL of overweight women. Similar data were found by Di Daniele *et al.*²⁷ in a case-control study involving 59 obese individuals undergoing a Mediterranean diet reduced by 500 kcal/day. They also noted a decrease in BF, BMI, SBP, glycemia and LDL-c.

The coconut flour produced an additive effect on the hypoenergetic diet, by decreasing glycemia and TC levels. This same finding coincides with a 14-week randomized, double-blind crossover study assessing the effect consuming coconut flour combined with baked

Table II
Anthropometric data: body composition, blood pressure and biochemical markers over the course of the study. São Gonçalo (RJ), 2014

Variables	T0(Baseline)	Δ T90-T0days (DH)	P ¹	Δ T180-90days Washout	P ¹	T180days	Δ T270- T180days (DHFC)	P ¹	P ²
BF (Kg)	84.8±18.1	-2.01±2.1	<0.01	0.3±2.2	0.9	83.0±19.0	-2.4±3.7	0.33	<0.01
BMI (Kg/m ²)	33.7±6.2	-0.8±0.8	<0.01	0.1±0.8	0.84	33.0±6.5	-0.26±1.0	0.33	<0.01
NC (cm)	36.2±3.0	-0.6±0.5	<0.01	0.2±0.7	0.09	35.8±2.9	0.2±0.7	0.77	<0.01
WC (cm)	104.6±16.6	-2.7±3.1	<0.01	0.8±2.9	0.54	102.7±16.8	-0.5±2.5	0.34	<0.01
WHtR	0.66±0.0	-0.0±0.0	<0.01	0.0±0.0	0.04	0.64±0.0	-0.0±0.0	0.38	<0.01
BAI (%)	40.3±5.6	-0.8±1.5	<0.01	0.4±1.6	0.06	39.8±5.7	-0.2±1.1	0.29	0.03
SBP (mmHg)	124.2±19.2	-4.0±17.6	0.05	-9.7±37.1	0.23	110.4±35.4	5.1±37.8	0.61	0.96
DBP (mmHg)	80.4±11.6	-3.0±10.1	0.03	-4.7±22.6	0.34	72.6±23.1	1.7±26.7	0.91	0.01
Glucose(mg/dL)	100.0±24.1	2.8±9.8	0.07	4.0±13.6	<0.01	106.8±20.6	-8.7±20.7	<0.01	<0.01
UA(mg/dL)	3.9±1.1	-0.1±0.6	0.27	0.3±0.7	<0.01	4.1±1.3	-0.2±1.1	0.23	0.56
TC(mg/dL)	210.1±45.8	-11.0±26.9	0.16	12.2±23.2	<0.01	211.3±40.3	-11.3±34.6	0.04	0.47
TG(mg/dL)	151.0±100.8	-25.8±68.9	0.04	0.7±59.1	0.83	125.9±79.1	-9.3±	0.14	0.35
HDL(mg/dL)	45.8±8.9	0.21±9.1	0.91	-1.1±8.5	0.03	44.8±7.7	-0.5±9.9	0.98	0.72
LDL(mg/dL)	133.5±44.6	-6.1±29.4	0.18	13.9±24.9	<0.01	141.2±35.8	-10.9±33.9	0.15	0.68
VLDL(mg/dL)	30.3±20.0	-5.4±13.7	0.02	0.2±11.8	0.88	25.1±16.1	-2.5±10.3	0.11	0.27

Note: Values expressed in Mean±Standard Deviation; HD: hypoenergetic diet; HDCP: hypoenergetic diet plus coconut powder; BF: body fat; BMI: body mass index; NC: neck circumference; WC: waist circumference; WHtR: waist-to-height ratio; BAI: body adiposity index; SBP: systolic blood pressure; DBP: diastolic blood pressure; UA: uric acid; TC: total cholesterol; TG: triglycerides; HDL: high-density lipoprotein; LDL: low-density lipoprotein; VLDL: very-low-density lipoprotein. ¹Wilcoxon test. ²Mann Whitney test between the Δ of stages HD and HDCP. Statistically significant p<0.05.

Table III
Dietary data according to DQI-R classification. São Gonçalo (RJ) 2014

Variables	DQI-R<P75(HDCP) inadequate diet			DQI-R ≥P75(HDCP) adequate diet			Comparison between stages (T90-T0)		
	T0(Baseline)	T90days	P1	T0(Baseline)	T90days	P1	DQI-R<75	DQI-R≥P75	P2
Energy(kcal)	2102.6±373.7	2297.8±373.5	0.12	2100.6±521.7	2366.9±498.0	0.15	138.8±487.9	-80.6±279.1	0.45
PTN(g/kg/peso)	0.7±0.5	0.6±0.1	0.17	0.9±0.3	0.5±0.1	<0.01	0.1±0.4	-0.3±0.8	0.05
CHO(%)	37.2±16.5	30.1±10.8	0.07	35.2±10.4	28.0±13.5	0.04	-12.6±27.4	-6.3±27.8	0.88
LIP(%)	23.2±15.3	22.3±18.2	0.63	18.9±10.9	16.5±9.9	0.23	-3.3±19.4	-6.3±18.7	0.31
SFA(%)	8.3±6.1	10.4±10.4	0.51	6.3±3.9	8.1±5.1	0.06	-2.1±11.3	-1.6±7.6	0.35
MUFA(%)	7.9±6.4	7.4±6.4	0.42	5.6±3.0	4.8±3.2	0.15	-0.1±6.9	-1.8±3.6	0.5
PUFA(%)	3.4±2.1	2.7±2.4	0.2	2.1±1.0	1.8±1.0	0.23	-0.6±1.8	-0.4±1.5	0.88
Chol(mg)	250.4±252.7	215.4±186.3	0.63	173.9±95.2	164.8±126.9	0.46	2.1±248.8	82.5±94.8	0.05
Total fiber(g)	13.1±6.2	19.8±7.3	<0.01	18.8±9.1	24.6±7.5	<0.01	1.8±13.7	-2.8±15.5	0.02
Sodium (mg)	1483.8±1132.0	1353.8±909.3	0.36	1120.5±651.2	1007.4±458.1	0.6	-181.4±1299.4	-66.4±601.0	0.55

Note: Values expressed in Mean±Standard Deviation; HD: hypoenergetic diet; HDCP: hypoenergetic diet plus coconut powder; PTN: protein; CHO: carbohydrates, LIP: lipids; SFA: saturated fatty acid; MUFA: monounsaturated fatty acid; PUFA: polyunsaturated fatty acid; Chol: cholesterol. ¹Wilcoxon test. ²Mann Whitney test. Statistically significant p<0.05.

Table IV
Ultra-processed foods and additives consumed over the course of the study. São Gonçalo (RJ), 2014

Variables	T0(baseline)	Δ T90-T0dias (HD)	P ¹	ΔT270-T180days (HDPC)	P ¹
Chocolates (g)	1.6±6.8	0.23±7.5	0.83	-14.0±63.4	0.03
Cookies (g)	26.8±47.3	-25.8±48.0	<0.01	-2.8±31.7	0.95
Foods with filling (g)	1.5±7.0	1.2±10.1	0.46	-5.6±20.4	0.1
Soft drinks (mL)	100.1±200.0	-86.9±215.0	0.01	-64.3±147.8	<0.01
Bonbons (g)	1.2±5.9	2.5±15.2	0.29	-0.6±5.9	0.41
Sugar (g)	50.6±33.1	16.3±123.3	0.33	-4.8±29.5	0.23
Vegetable oil (mL)	10.0±8.9	0.51±14.3	0.93	-4.0±7.1	<0.01
Sodium (mg)	1129.1±931.9	-175.6±1142.4	0.47	-35.8±801.1	0.2
Processed juices (mL)	43.3±91.5	14.7±6	0.53	-41.6±154.5	0.12

Values expressed in Mean±Standard Deviation; HD: hypoenergetic diet; HDPC: hypoenergetic diet plus coconut powder. ¹Wilcoxon test. Statistically significant p<0.05.

goods in 15 and 25% fiber proportions had on the lipid profile of 21 mostly-female individuals of an average 48 years of age. They identified a decrease in total cholesterol, LDL and triglyceride levels²⁹. In rats fed coconut fiber, a decrease in serum glucose and insulin levels³⁰ were noted. We found no studies assessing glucose profile in humans.

Though studies have noted the positive effect of supplementation with dietary fiber, the outcomes of clinical interventions are still inconsistent in demonstrating the effect it has on reducing body fat^{30,31}. Foods rich in fiber are capable of increasing the viscosity of a meal and slowing ingestion, stimulating a release of

such intestinal hormones as cholecystokinin and glucagon-like peptide 1, which promote satiety^{31,32}. Furthermore, in the intestine, dietary fiber hinders the action of digestive enzymes in their substrate, retarding the nutrient-absorption process.

Ultra-processed foods contain excessive levels of fat, sugar and salt and are high in energy and low in fiber, characteristics that increase the risk of obesity, diabetes mellitus and cardiovascular disease³³. A decrease in the consumption of ultra-processed foods and additives was noted, which the DQI-R does not assess. This suggests a need to test new diet-quality-assessment indexes³⁵.

The low number of participants and 30% lost-to-follow-up rate, while predicted in the sample calculation, are limitations inherent in clinical trials involving hypoenergetic diets over a prolonged period. Nevertheless, we can raise the hypothesis that the high fiber content in coconut flour when combined with a hypoenergetic diet can lower anthropometric parameters, lipid profile and glycemia in overweight women.

Conclusion

The hypoenergetic diet promoted decreases in BF, BMI, WC, WhtR, BAI, DBP, TG and VLDL. Consumption of coconut flour promoted a decrease in glucose and TC concentrations as an added effect of the hypoenergetic diet. The improvement in diet quality was notable in the decreased consumption of ultra-processed foods.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors thank COPRA for the donation of coconut flour

References

1. Flegal KM, Carroll MD, Kit BK, Ogden CL. Prevalence of Obesity and Trends in the Distribution of Body Mass Index Among US Adults, 1999-2010. *JAMA*. 2012 Feb; 307(5): 491-497.
2. Finucane MM, Stevens GA, Cowan MJ, *et al*. National, regional, and global trends in body-mass index since 1980: systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 960 country-years and 9.1 million participants. *Lancet*. 2011; 377: 557-67.
3. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção de Saúde. *Vigil Brasil 2013: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico*/Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção de Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.
4. Lozano R, Naghavi M, Foreman K, Lim S, Shibuya K, Aboyans V, *et al*. Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*. 2012; 380(9859): 2095-128.
5. Gogebakan O, Kohl A, Osterhoff MA, Van Baak MA. Effects of Weight Loss and Long-Term Weight Maintenance With Diets Varying in Protein and Glycemic Index on Cardiovascular Risk Factors. *Circulation*. 2011; 124: 2829-2838.
6. Oliveira EP, Camargo KF, Castanho GKF. A Variedade da Dieta é Fator Protetor para a Pressão Arterial Sistólica Elevada. *Arq Bras Cardiol*. 2012; 98(4): 338-343.
7. Hlebowicz J, Drake I, Gullberg B, Sonestedt E, Wallström P. A High Diet Quality Is Associated with Lower Incidence of Cardiovascular Events in the Malmö Diet and Cancer Cohort. 2013. *PLoS ONE* 8(8): e71095. doi:10.1371/journal.pone.0071095.
8. Du H, van der ADL, Boshuizen HC, *et al*. Dietary fiber and subsequent changes in body weight and waist circumference in European men and women. *Am J Clin Nutr*. 2010; 91: 329-36.
9. Xu C, Zhu S, Xing C, Li D, Zhu N, Zhou H. Isolation and properties of cellulose nanofibrils from coconut palm petioles by different mechanical process. *PLoS One*. 2015 Apr 14; 10(4): e0122123. doi: 10.1371/journal.pone.0122123. eCollection 2015.
10. Gibson, RS. Principles of nutritional assessment. New York: Oxford. 1982; p.691.
11. World Health Organization. Obesity. Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation on Obesity. Geneva, Switzerland, 1998.
12. Ben-Noun L, Sohar E, Laor A. Neck circumference as a simple screening measure for identifying overweight and obese patients. *Obes Res*. 2001; 9: 470-7.
13. Cox BD, Wichlelow MJ, Aswell M, Prevost AT, Lejeune SRE. Association of anthropometric indices with elevated blood pressure in British adults. *Int J Obes*. 1997; 21: 674-80.
14. Bergamn, R. N.; Stefanovski, D.; Buchanan, T. A.; Sumner, A. E.; Reynolds, J. C.; Sebring, N. G.; Xiang, A. H.; Watanabe, R. M. A better index of body adiposity. *Obesity*. March, 2011.
15. VI Diretrizes Brasileiras De Hipertensão Arterial. *Arq Bras Cardiol*. 2010; 95(1 supl.1): 1-51.
16. Allain CC, Poon LS, Chan CSG, Richmond W, Fu PC. Enzymatic Determination of Total Serum Cholesterol. *Clin Chem*. 1974; 20(4): 470-475.
17. Fossati P, Prencipe L. Serum triglycerides determined colorimetrically with an enzyme that produces hydrogen peroxide. *Clinical Chemistry*. 1982; 28(10): 2077-2080.
18. Warnick GR, Nauck M, Rifai N. Evolution of Methods for Measurement of HDL-Cholesterol: From Ultracentrifugation to Homogeneous Assays. *Clinical Chemistry*. 2001; 47(9): 1579-1596.
19. Trinder, P. Determination of Glucose in Blood Using Glucose Oxidase with an Alternative Oxygen Acceptor. *Ann Clin Biochem*. 1969; 6(1) 24-25.
20. Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of preparative ultracentrifuge. *Clin Chem*. 1972; 18: 499-502.
21. Institute of Medicine – IOM. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein and Amino Acids (2005). Available in: http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=10490. Access: 05/29/2015.
22. Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica (ABESO). Diretrizes Brasileiras de Obesidade 2009/2010. Godoy-Matos AF, Oliveira J, Guedes EP, Carraro L, Lopes AC, Mancini MC, Suplicy HL, Brito CLS, Bystronski DP, Mombach KD, Stenzel LM, Repetto G, Radominski RB, Halpern ZSC, Villares SMF, Arrais RF, Rodrigues MDB, Mazza FC, Bittar T, Benchimol AK.
23. Xavier HT, Izar MC, Faria Neto JR, Assad MH, Rocha VZ, Sposito AC, Fonseca FA, dos Santos JE, Santos RD, Bertolami MC, Faludi AA, Martinez TLR, Diamant J, Guimarães A, Forti NA, Moriguchi E, Chagas ACP, Coelho OR, Ramires JAF. Sociedade Brasileira de Cardiologia. V Diretriz Brasileira sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose: Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. *Arq Bras Cardiol*. 2013; 101, 4, (supl 1): S1-36.
24. Previdelli AN, Andrade AC, Pires MM, Ferreira SRG, Fisberg RM, Marchioni DM, Índice de Qualidade da Dieta Revisado para população brasileira. *Rev Saúde Pública*. 2011; 45(4): 794-8.
25. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável/Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

26. Silva RR, Oliveira e Silva D, Fontes HR, Alviano CS, Fernandes PD, Alviano DS. Anti-inflammatory, antioxidant, and antimicrobial activities of *Cocos nucifera* var. *typica*. *BMC Complement Altern Med*. 2013; 13: 107.
27. Rawat N, Darappa I. Effect of ingredients on rheological, nutritional and quality characteristics of fibre and protein enriched baked energy bars. 2015; 52(5): 3006-13.
28. Di Daniele N, Petramala L, Di Renzo L, Sarlo F, Della Rocca DG, Rizzo M, Fondacaro V, Iacopino L, Pepine CJ, De Lorenzo A. Body composition changes and cardiometabolic benefits of a balanced Italian Mediterranean Diet in obese patients with metabolic syndrome. *Acta Diabetol*. 2013; 50(3): 409-416. doi: 10.1007/s00592-012-0445-7.
29. Trinidad TP, Mallillin AC, Valdez DH, Loyola AS, Mercado FCA, Castilho JC, Encabo RR, Masa DB, Maglaya AS, Chua MT. Dietary fiber from coconut flour: A functional food. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2006; 7:309-317.
30. Sindurani JA, Rajamohan T. Effects of different levels of coconut fiber on blood glucose, serum insulin and minerals in rats. *Indian J Physiol Pharmacol*. 2000 Jan; 44(1): 97-100.
31. Pal S, Khossousi A, Binns C, Dhaliwal, Ellis V. The effect of a fibre supplement compared to a healthy diet on body composition, lipids, glucose, insulin and other metabolic syndrome risk factors in overweight and obese individuals. *Br J Nutr*. 2011; 105: 90-100.
32. Papathanasopoulos A, Camilleri M. Dietary fiber supplements: Effects in obesity and metabolic syndrome and relationship to gastrointestinal functions. *Gastroenterology*. 2010; 138: 65-72.
33. Wanders AJ, van den Borne JJGC, Graaf C, Hulshof T, Jonathan MC, Kristensen M *et al*. Effects of dietary fibre on subjective appetite, energy intake and body weight: a systematic review of randomized controlled trials. *Obes Rev*. 2011; 12: 724-39.
34. Monteiro, Carlos Augusto, Castro, Inês Rugani Ribeiro de. Por que é necessário regulamentar a publicidade de alimentos. *Cienc. Cult.* [online]. 2009, vol.61, n.4, pp. 56-59. ISSN 2317-6660.
35. Fischer K, Pick JA, Moewes D, Nöthlings U. Qualitative aspects of diet affecting visceral and subcutaneous abdominal adipose tissue: a systematic review of observational and controlled intervention studies. *Nutr Rev*. 2015; 73(4): 191-215.



Original/*Obesidad*

Gestión del tratamiento dietético cuali-cuantitativo en el sobrepeso y la obesidad: metodología y una nueva perspectiva de asesoramiento individualizado

Manuel Reig García-Galbis

Departamento de Enfermería, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Alicante, España.

Resumen

%WL: porcentaje de pérdida de peso; %FL: porcentaje de pérdida de grasa.

Objetivo: describir la metodología en la gestión del tratamiento dietético cuali-cuantitativo en el sobrepeso y la obesidad.

Método: se llevaron a cabo 4.625 consultas con 616 pacientes mayores de 25 años con sobrepeso y obesidad, en el sur-este de España, durante los años 2006-12. Se utilizó una dieta equilibrada, hipocalórica, cuali-cuantitativa con alimentos de la zona. Se describió la metodología del tratamiento dietético en la pérdida y el mantenimiento. Se trató qué unidades de medida son adecuadas para la expresión del éxito en la pérdida; una nueva visión del asesoramiento individualizado y el tratamiento multidisciplinar.

Resultados: el 80% de los pacientes obtienen un %FL $\geq 5\%$ ($22,6 \pm 11,8 - 11,2 \pm 7,4$), y asistieron a la consulta más de mes y medio.

Conclusión: se presenta un esquema de la metodología del tratamiento dietético; se han recomendado las unidades de medidas a utilizar en consulta y en la publicación de ensayos clínicos, creando un precedente con grado de evidencia de cómo determinar la pérdida exitosa; se recomienda medir los perímetros de cadera y cintura, e incorporar el estudio de la imagen corporal; se presenta una nueva visión del asesoramiento individualizado y una atención multidisciplinar avanzada, independiente de la edad, el estado de gestación y las minusvalías físicas. La postura del sanitario debe de ser considerada como el gestor encargado de determinar qué técnicas podrían ser más efectivas en dicha pérdida.

(Nutr Hosp. 2015;32:2019-2029)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9652

Palabras clave: *Obesidad. Algoritmo de tratamiento. Tratamiento dietético y asesoramiento individualizado.*

Correspondencia: Manuel Reig García-Galbis.
Departamento de Enfermería,
Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Alicante.
Avda. Constitución nº 27. Piso: 1.º, Villena (Alicante),
Spain. PC: 03400.
E-mail: manuel.reig@ua.es

Recibido: 16-VII-2015.

Aceptado: 7-VIII-2015.

THE MANAGEMENT OF QUALITATIVE AND QUANTITATIVE DIETARY TREATMENT FOR OVERWEIGHT AND OBESITY: METHODOLOGY AND A NEW PERSPECTIVE ON INDIVIDUALISED ASSESSMENT.

Abstract

%WL: percentage of weight loss; % FL: percentage of fat loss.

Objective: to describe the management methodology of a qualitative and quantitative dietary treatment for overweight and obesity.

Method: 4,625 consultations were conducted with 616 overweight and obese patients over the age of 25 in the south-east of Spain between 2006-12. A balanced, low-calorie, qualitative and quantitative diet based on locally grown food was employed. The weight loss and maintenance dietary treatment methodology is described, as are the units of measurement considered suitable for the expression of successful weight loss; a new vision of individualised counselling and multidisciplinary treatment.

Results: 80% of patients obtained a % FL $\geq 5\%$ ($22.6 \pm 11.8 - 11.2 \pm 7.4$), and attended appointments for more than a month and a half.

Conclusion: the dietary treatment methodology is described; units of measurement are recommended for use in consultations and in clinical trial publications, creating a precedent with a degree of evidence on how to determine successful weight loss; it is recommended to measure hip and waist perimeters and incorporate a study of body image; a new vision of individualised assessment and advanced multidisciplinary care is presented, independent of age, pregnancy and physical disabilities. The health care professional's position should be seen as that of the person responsible for determining which techniques might be most effective in such loss.

(Nutr Hosp. 2015;32:2019-2029)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9652

Key words: *Obesity. Treatment Algorithm. Treatment dietetic and individualized counseling.*

Introducción

El tratamiento dietético de la obesidad ha sido lógicamente considerado en todos los consensos y guías clínicas relativas a la gestión de la obesidad^{1,2,3,4}. El documento más representativo de las sociedades internacionales, evidentemente es el de la OMS, consideraba que existía suficiente evidencia que acreditaba de la eficacia⁵. El control de la pérdida es un proceso dinámico, con distintas fases que contribuyen a la pérdida de peso y el mantenimiento del peso saludable alcanzado. La variabilidad estadística que presentan cada ensayo clínico; la heterogeneidad en la definición; la complejidad de la obesidad y el éxito del tratamiento; las medidas utilizadas para predecir la pérdida de peso y mantenimiento; una apreciación de quién y cuántas personas lo logran, hacen difícil la predicción. Por ello, se requiere mayor estandarización de construcciones de predicción y medidas de resultado, esto ayudará a predecir el éxito en la pérdida de peso⁶.

La gestión del tratamiento en el sobrepeso y obesidad

Los expertos en nutrición, deberán ser capaces de transmitir al paciente las combinaciones de acciones necesarias para que la pérdida se produzca en las condiciones más oportunas, a pesar de que estas iniciativas no sean acogidas con agrado^{3,4}. Esto debe ser independiente del ambiente agradable y positivo, que debe de existir en la consulta de nutrición.

Marco Teórico

La obesidad a nivel mundial no cesa de aumentar, como demuestran recientes estudios un aumento medio del índice de masa grasa corporal (IMC) de 0,4 kg/m² por década desde 1980⁷ y España no es una excepción⁸. Hay un gran incremento de nuevos tratamientos, muchos sin contrastar, y quizá no sea el camino más adecuado⁹. No obstante, el objetivo de este ensayo clínico no es para diferenciarse del resto de tratamientos dietéticos, sino para indicar que queda trabajo pendiente para mejorar la efectividad en esta línea de investigación.

Propósito del estudio

Es describir la metodología en la gestión del tratamiento dietético cuali-cuantitativo en el sobrepeso y obesidad. Para ello, se desarrollan los siguientes objetivos: Desarrollar una metodología de pérdida y mantenimiento, que sea interpretada por el paciente como un aprendizaje por pasos para el control o la eliminación de esta patología; evaluar el estado nutricional del paciente con sobrepeso y obesidad; plantear un nuevo enfoque del asesoramiento individualizado; recomen-

dar cómo utilizar el tratamiento cuali-cuantitativo para su uso multidisciplinar.

Metodología

Pacientes

En 4625 consultas, se analizó el %WL (Porcentaje de peso perdido) y %FL (Porcentaje de grasa perdida) en 616 pacientes que acudieron a una consulta de nutrición, en el Sur-este de España (Provincia de Alicante). Se seleccionó a los pacientes de la muestra de forma aleatoria. La localización geográfica, se centralizó en tres localidades de la provincia de Alicante y en la temporal, el tratamiento dietético tuvo una duración máxima de seis meses, entre el periodo de 2006 a 2012. Los criterios de selección aplicados son: en adultos (≥ 25 años)¹⁰: Sobrepeso (IMC: 25-29,9 kg/m²) y obesidad (IMC ≥ 30 kg/m²); sin alergias, ni intolerancias alimentarias conocidas; ni minusvalías físicas¹¹.

En el pesaje de los pacientes

Se utilizó un aparato de precisión, como el aparato medición de composición corporal de Tanita BC-418MA (TANITA: Corporation of America, Arlington Heights, IL, EE.UU.), que proporciona mediciones fiables. Cada dos semanas, los participantes asistieron a la consulta y se midieron los siguientes parámetros: %Weight_i (Porcentaje de peso inicial), %Fat_i (Porcentaje de grasa inicial), %WL (Pérdida de porcentaje de peso), %FL (Pérdida de porcentaje de grasa) y CL (Calidad de pérdida)¹²; por un período máximo de seis meses^{13,14}. Este aparato de bioimpedancia, permitió observar la variación de grasa corporal, masa muscular y líquido corporal por sectores, información que ayuda a aportar mayor información inicial y en la evolución del tratamiento (Tabla I). Las precauciones del pesaje, fueron las siguientes: Que no se haya realizado actividad física ese día; evitar los diuréticos; cuidado con la ingesta de agua y comida, 3 ó 4 horas antes; recomendado pesarse en la misma franja horaria. Se midieron los parámetros de tensión y valores analíticos de interés nutricional, cuando se observaban que estos parámetros estaban fuera de los límites aconsejados, estos formaban parte de los objetivos de actuación dietético-nutricional. Se propone utilizar la pérdida del porcentaje de grasa como una unidad de medida complementaria al porcentaje de peso¹⁵. Teniendo como pérdida recomendable la disminución proveniente de la grasa corporal¹⁶. Se valoró el éxito de la pérdida en función de la disminución de al menos un 5% de grasa corporal, para poder evaluar a los pacientes con cualquier exceso de peso^{12,15} (Tabla II).

Tabla I
Mapa conceptual del tratamiento dietético cuali-cuantitativo

<i>Tratamiento dietético individualizado</i>	
Pruebas a realizar: Medición: – De la composición corporal – Tensión arterial – Glucosa capilar Consultas quincenales: Cuestiones a tener en cuenta: – Distintos grados de exceso de peso (Máximo 6 meses de tratamiento) – Patologías relacionadas con la obesidad Proceso dinámico de tratamiento (Tabla IV): <i>Período de iniciación</i> Dos supuestos: – El paciente comienza el tratamiento y se observa su evolución – Re-incorporación al tratamiento, porque aumento el peso y grasa, más de un 5% <i>Período de perfeccionamiento</i> Dos supuestos: – Seguimiento del tratamiento y está obteniendo resultados – Re-incorporación al tratamiento, porque aumento el peso y grasa, menos de un 5% <i>Período de mantenimiento</i> El paciente ha asimilado las recomendaciones y es consciente de que debe de llevar cuidado para no volver a reincidir en la variación del peso Indicaciones o recomendaciones utilizadas en consulta: <i>Tratamiento dietético equilibrado e individualizado</i> Adaptación a los gustos y costumbres de casa Menús de comidas caseras sencillas Se observa los distintos momentos de comida del día Se observa según el día a día los alimentos más adecuados No se pesan las comidas Se recomienda tomar verduras antes de comer Se indica que hay que moderar el uso de aceite Se valora la existencia o no de patologías existentes <i>Conductas asociadas a la dieta</i> Adaptar 4 ó 5 comidas al día, según: Turnos de trabajo, momento del deporte... Comer sentado, despacio, evitar irritaciones y distracciones Beber desde 6 a 12 vasos de agua al día Limitar el uso de bebidas con gas, con y sin calorías Pesar el pan y la patata Uso recomendado de frutas	<i>Indicadores para medir la comida</i> Cómo usar los utensilios del método: a) Los cucharones son para añadir las comidas con caldo, como: Lentejas, cocido, arroz caldoso, potaje de garbanzos... b) Las raseras son para añadir las comidas sin caldo, como: Paella, arroz o pasta seca (Fideua, macarrones, espaguetis, etc.) El cucharón y la rasera son para añadir el alimento protagonista del plato <i>Indicaciones para el cocinado</i> Recomendado utilizar cocción, vapor, plancha, papillote y brasa Cuidado con la necesidad de aceite de algunas verduras. Recomendable partir en trozos finos y evitar el uso de exceso de aceite Usar una olla y sartén que consuma poca cantidad de aceite En los guisados, paella, fideua, entre otros. Es recomendable rallar una cantidad abundante de tomate y evitar el uso excesivo del aceite Es más aconsejable consumir alimentos frescos, que platos elaborados (Tortilla de patatas, pollo asado, etc.) Evitar añadir bebidas con calorías para cocinar (Vino, cerveza...), al menos entresemana Al horno: Recomendable añadir 1 ó 2 vasos de agua al iniciar el cocinado Cocinar legumbres: Recomendable añadir hueso o trozo de jamón, carcasa de pollo. Evitando el uso de carnes grasas <i>Plantear metas y objetivos reales, aprendiendo a visualizar las mejoras obtenidas</i> Valorar ante todo, la pérdida de grasa corporal Valorar cambios de imagen por medio de fotos Observar la evolución de patologías, como: – Hipertensión – Diabetes tipo II... Observar la evolución de parámetros analíticos, como: – Triglicéridos – Colesterol total y HDL – Hemoglobina glicosilada – Urea, creatinina – Transaminasas Valora la disminución de ansiedad o/y sensación de hambre Observar si el período de mantenimiento es efectivo en el control de peso y grasa corporal, como en los cambios producidos en el estilo de vida

Tabla II
Unidades de medida para la expresión de la pérdida

<i>Grupos</i>	<i>Fórmula</i>
%WL	$100 \times (\text{Peso perdido en dos consultas} / \text{peso inicial})$
%FL	$100 \times (\text{Grasa perdida en dos consultas} / \text{grasa inicial})$
CL	$\%FL / \%WL$
Variabilidad %WL	$100 \times (\%WL_{\text{total}} - \%WL_{\text{mensual}}) / \%WL_{\text{total}}$
Variabilidad %FL	$100 \times (\%FL_{\text{total}} - \%FL_{\text{mensual}}) / \%FL_{\text{total}}$
PL $\geq$ 5%WF	Pacientes que pierden $\geq 5\%$ de peso y grasa
PL $<$ 5%W $\&\geq$ 5%F	Pacientes que pierden $< 5\%$ de peso y $\geq 5\%$ de grasa
PL $\geq$ 5% $\&$ W $<$ 5%F	Pacientes que pierden $\geq 5\%$ de peso y $< 5\%$ de grasa
PL $<$ 5%WF	Pacientes que pierden menos de un 5% de peso y grasa

Las herramientas para evaluar el estado nutricional del paciente

Al inicio y en el desarrollo del tratamiento, fueron las siguientes: La historia nutricional; el carne alimentario; la hoja de valoración de cómo se colocan los alimentos en la nevera, donde se identifica qué alimentos calóricos están a la vista del paciente al abrir la nevera y ayuda a su nueva ubicación; la hoja de cómo se mastica en las comidas, ayuda a observar y a corregir la velocidad en que se mastican los alimentos. Los períodos vacacionales, normalmente interrumpían las rutinas adquiridas y disminuyeron la adherencia a la dieta; las recomendaciones más frecuentes en esos momentos, fueron: En el consumo de alimentos calóricos, no es recomendable prohibir, sino que se establecerán indicaciones para su consumo, como cautela en el horario, mezcla con otros alimentos con elevado contenido calórico y la cantidad a consumir. Independientemente que se cometiera un exceso, al medio día o en la cena, se recomendaba ingerir la cantidad indicada en el resto de comidas del día y además, no disminuir la ingesta al día siguiente como situación compensatoria, puesto que el tratamiento ya de por sí es hipocalórico (Tabla I y III)¹⁴.

El tratamiento dietético cuali-cuantitativo

Cualitativo, porque se recomendó seguir una dieta equilibrada con la siguiente proporción de macronutrientes: 45-55% de carbohidratos; 15-25% de proteínas; 25-35% de grasas totales. Es cuantitativo, porque se recomendó utilizar unidades de medida como el cucharón y la rasera, aunque no sea lo convencional de utilizar la báscula de pesar los alimentos y por creer necesario la restricción calórica para conseguir la pérdida esperada. Se recomendó en mujeres una carga energética de 1000-1500 Kcal/día y en hombres, 1500-2000 Kcal/día¹⁷.

Costumbres alimentarias, raciones y frecuencia en las comidas

En la dieta no fue necesario el pesaje de los alimentos que comían, sino que se medía la cantidad de alimentos añadida en el plato, utilizando cucharones y raseras, los instrumentos ordinarios de uso frecuente en cualquier cocina. Los cucharones fueron utilizados para las comidas que tuvieran abundante cantidad de líquido (Estofado de lentejas, alubias, garbanzos; sopas, etc.), y las raseras fueron utilizadas para las comidas sin líquido (Arroces, pasta, etc.). En los embutidos como: el jamón cocido, york y serrano, entre otros, se les indicó el número de lonchas y su tamaño; en el caso de los quesos, se les indicó el peso o porciones. Las carnes y pescados cocinados a la plancha, se les enseñó el tamaño aproximado (Imágenes) y el peso. Las frutas se consumieron por el número según el tipo y la verdura no se indicaba límite máximo¹⁷.

Evaluar las historias de peso, estilo de vida y las necesidades de disminuir de peso

Al inicio del tratamiento, se analizó el origen de la pérdida obtenida en otros tratamientos vigilados por un profesional y/o por cuenta particular (Dietas en internet, revistas, etc.). Los factores que se interpretaron como no favorables en el tratamiento, son: Que el tratamiento haya sido supervisado por un profesional; existencia de personas de la misma casa y/o entorno que tengan exceso de peso; falta de interés; asistir a menos de cuatro consultas; los pacientes mayores de 45 años¹². Se facilitó la siguiente información al paciente: El peso, grasa y calidad de la pérdida. En el caso que se deba controlar la glucemia, tensión arterial y parámetros analíticos por patologías relacionadas a la obesidad, dichos datos se tuvieron en cuenta en la justificación del porqué es recomendable disminuir el peso y grasa corporal (Tabla I y III). En los mayores de

Tabla III <i>Documento del proceso de aprendizaje del tratamiento dietético</i>	
<i>Recepción</i>	<i>Uso de herramientas</i>
<i>Primera consulta. Entrevista</i>	
Se explica el tratamiento	Historia nutricional ^{a, 13}
Se registran todos los datos relacionados con el estado nutricional del paciente (Tabla I)	Carne alimentario ^{c, 13}
Se mide la composición corporal del paciente e indica la interpretación del resultado	
Se valoran los parámetros analíticos u otras pruebas complementarias (Tabla I)	
Se recomienda rellenar el carne alimentario, al menos de 24 horas	
Período de iniciación	
Duración, dos supuestos ¹⁶ :	
– Sobrepeso: Alcanzar el nivel de grasa de saludable o/y IMC saludable (Recomendado disminuir entre el 2 y 4,9 % de su peso y grasa) – Obesidad: Recomendado disminuir hasta el Nivel alto de Masa Grasa Alto o/y IMC sobrepeso grado I ó II (Recomendado disminuir entre el 5 y 8 % de su peso y grasa)	
<i>Segunda consulta e inicio del tratamiento</i>	
Medición de la composición corporal, tensión arterial y el perímetro umbilical	Carne alimentario ^{c, 13}
Se indica la composición corporal más recomendable en un corto plazo de tiempo (1 ó 2 semanas)	La dieta individualizada ¹³ e indicaciones complementarias ^b (Tabla I)
Se entrega la dieta y las indicaciones complementarias para seguir el tratamiento.	Indicaciones del método ^b (Tabla I)
<i>Hasta finalizar el Periodo de Iniciación</i>	
Se observa:	Carne alimentario ^{c, 13}
– La variación de composición corporal, tensión y perímetro umbilical – Si el paciente es capaz de aplicar las recomendaciones dietéticas a su día a día	Hojas de evaluación ^{b, 13} : – Alimentos en la nevera – Franja horaria – Dificultades alimentarias – Masticar
Se recomienda:	La dieta individualizada ^{b, 13}
– Perder entre 3 y 5 kilos al mes. – Calidad de pérdida, se recomienda al menos que el 90 % de la pérdida sea de grasa.	Conductas asociadas a la dieta ^b (Tabla I)
	Recomendaciones vacacionales ^b (Tabla I)
Período de perfeccionamiento	
Duración, dos supuestos ¹⁶ :	
– Sobrepeso: Alcanzar el nivel de grasa de saludable o/y IMC saludable (Haber disminuido entre un 5-10% de su peso y grasa acumulado, desde el inicio) – Obesidad: Disminuir hasta el Nivel alto de Masa Grasa Alto, IMC sobrepeso grado I ó II u obesidad grado I ó II (Haber disminuido entre > 8% de su peso y grasa acumulado, desde el inicio, dependiendo de las casuísticas)	
Se observa:	Carne alimentario ^{c, 13}
– La variación de composición corporal, tensión y perímetro umbilical – La constancia en la pérdida, adaptando las pautas dietéticas indicadas – Mejoras de capacidad para realizar esfuerzos físicos: andar, correr... – E inclusive mejoras en el descanso – Posibles variaciones en los parámetros analíticos	La dieta personalizada ^{b, 13}
	Hojas de evaluación ^c (Tabla I)
	Recomendaciones vacacionales ^b (Tabla I)
Se recomienda:	
– Objetivos reales y a corto plazo • Fijarse en la pérdida semanal o quincenal • El peso y el nivel de grasa más adecuado en función del estado inicial	

Tabla III (cont.)
Documento del proceso de aprendizaje del tratamiento dietético

Recepción	Uso de herramientas
Período de mantenimiento o abandono del tratamiento	
Duración, dos supuestos:	
Sobrepeso: Se recomienda un control por el nutricionista entre tres y seis meses	
En obesidad se prevé tres situaciones:	
– Si se mantiene en obesidad en el grado I ó II. Originaria del grado III, IV ó V Se haber disminuido al menos entre un 8-10% de peso y grasa Se recomendará controles cada 1 ó 2 meses – Si ha disminuido el peso y se encuentra en el nivel de Sobrepeso o/y nivel de grasa alto Se recomienda un control cada seis meses – Si alcanzó el peso o/y nivel de grasa saludable Se recomienda un control cada seis meses	
Se observa:	Carne alimentario ^{c, 13} La dieta personalizada ^{b, 13} Hojas de evaluación ^c (Tabla I) Recomendaciones de mantenimiento ^b (Tabla I)
– La no recuperación del peso y grasa perdida – Mantenimiento del estado físico a la hora de realizar esfuerzos – Mantenimiento en los parámetros analíticos y tensión	
Se recomienda:	
– Objetivos reales en época de vacaciones – No realizar cambios bruscos de vida en períodos no laborables, ni en cambios de puestos de trabajo – No disminuir de forma brusca la actividad física diaria – Se indica que el período más relevante es el mantenimiento	

a: herramientas de uso en la valoración inicial; b: herramientas de uso en el seguimiento; c: herramientas de uso mixto, en valoración inicial y tratamiento.

65 años, se le otorgó un papel protagonista a los familiares, donde el paciente cumple un papel secundario. En las necesidades de disminuir el %WL y %FL, se recomendó valorar el estado inicial y de evolución del paciente, a partir de ahí, cuando el exceso de peso corresponde a un grado de obesidad elevado, se utilizó el término de que se debe “disminuir” entre consultas; cuando se trataba a sobrepeso y obesidades tipo I, se utilizó el término “alcanzar” (Tabla III)¹⁷. El establecer una metodología en la consulta de nutrición como un sistema de aprendizaje, hizo que se diferenciaron tres períodos: Iniciación, perfeccionamiento y mantenimiento (Tabla III); se transmitió que la obesidad es una patología crónica, por lo que el cambio del estilo de vida debe permanecer a lo largo del tiempo. En el período de pérdida, se le transmitió al paciente que el esfuerzo debe ser más agudo, pero en el mantenimiento, las pautas serán aplicadas de forma más liviana, dependiendo de la casuística. En el mantenimiento, se indicó que la permanencia de los cambios del estilo de vida, es algo que debe de ser permanente en el tiempo⁶.

Abreviaturas y conceptos

n: Participantes; n_r: Total participantes; I: Inicial; F: Final; NC: Número de consultas; %: Porcentaje; I-F: Diferencia entre el inicio y el final del tratamiento;

Pérdida exitosa: pérdida $\geq 5\%$ de grasa; pérdida no exitosa: pérdida $< 5\%$ de grasa (Tabla II y IV).

Resultados

Pérdida obtenida en el tratamiento dietético cuali-cuantitativo

En la relación de la calidad de pérdida y los grupos de la muestra, se observó la mayor pérdida de grasa en los grupos (Pérdida exitosa): $PL \geq 5\%WF$ y $PL < 5\%W \& \geq 5\%F$, suponen el 54 y 25 % de la muestra respectivamente. Los grupos que perdieron menos de un 5% de grasa, con una pérdida menos exitosa, son: $PL \geq 5\%W \& W < 5\%F$; $PL < 5\%WF$, estos pacientes sólo suponen el 20% de la muestra, la mayoría asisten a la consulta, menos de mes y medio. El %FL de los grupos de pérdida exitosos oscila entre $22,6 \pm 11,8$ - $11,2 \pm 7,4$ y la CL, oscila entre $2,4 \pm 1,0$ - $3,0 \pm 8,3$ (Tabla IV)¹².

Avances en la gestión del tratamiento dietético en la obesidad

Se ha mejorado el sistema evaluación en pacientes con sobrepeso y obesidad, con la introducción de la unidad de medida de grasa corporal. Se ha realizado

una descripción detallada de la metodología de pérdida y mantenimiento del tratamiento dietético cuali-cuantitativo. Se ha desarrollado un sistema dinámico de aprendizaje para obtener la pérdida; se han elaborado herramientas para observar la evolución del paciente. Se ha realizado un nuevo diseño en el enfoque del asesoramiento individualizado, para garantizar el cubrir las necesidades de los pacientes del siglo XXI. Se ha elaborado una guía para el uso del tratamiento dietético cuali-cuantitativo en modo multidisciplinar (Tabla V)¹⁴.

Discusión

Pérdida obtenida en el tratamiento dietético cuali-cuantitativo

La efectividad del tratamiento dietético y el asesoramiento individualizado en el sobrepeso y obesidad, ha adquirido otra visión desde que se realiza la medición de la grasa corporal. El %FL ha alcanzado un 25%, en sujetos con una variación de IMC y grasa inicial entre 35.2±7.2 - 31.4±4.8 y 41.4±8.0 - 35.6±8.3, respectivamente (Tabla IV). Dicha pérdida ha sido más interesante, que en otros métodos: En el uso de dieta mediterránea y otras opciones, han obtenido una pérdida de 14 kilos; en el tratamiento de dieta y terapia cognitiva, obtienen pérdidas entre un 6 y 10%; en el uso de complementos dietéticos, obtienen una pérdida de 14 kilos; y en el uso de tratamiento farmacológico, obtienen unas pérdidas hasta un máximo de un 10% de peso¹⁴. No obstante, en esta línea de investigación, no se muestra interés sobre si este tratamiento es el más eficaz, si no que se apuesta por aumentar la transparencia de este tipo de ensayos clínicos publicados, para que se pueda avanzar en la ayuda de la mejora del esquema de la gestión del tratamiento de la obesidad⁴. Quizá la

creación continua de nuevos tratamientos, no sea la solución a creciente prevalencia de esta patología⁹.

El pesaje y mentalización del éxito de dicha pérdida

El conocimiento del estado nutricional del paciente al inicio y/o evolución en el tratamiento, es una cuestión vital. El paciente debe ser consciente de que debe realizar cambios en su estilo de vida, qué cambios son y cómo afectará a su estado de salud. Para observar la evolución de los cambios, se recomienda la utilización de métodos sencillos como: La medición de perímetros e inclusive un estudio fotográfico desde el inicio del tratamiento¹⁷, provocará que el paciente sea consciente de la transformación de una endomorfía o a una ectomorfía, dicha variación de su imagen, ayudará a que se mentalice que se están produciendo mejoras en su estado físico y de salud. El profesional no debe escatimar en detalles sobre la información al paciente, especialmente en niños y mujeres.

Indicar qué unidades de medida son las más adecuadas para la expresión de dicha pérdida

El uso de la impedancia para la medición de la grasa corporal, es un método de fácil aplicación en pacientes con obesidad y síndrome metabólico¹⁹. Se recomienda introducir la impedancia para la medición de la grasa corporal en las consulta de nutrición que no dispongan. Las patologías asociadas como la diabetes mellitus tipo II, hipertensión y otras, pueden dificultar la pérdida⁴ (Tabla I). En la consulta de nutrición, para facilitar un mejor entendimiento de los pacientes frente a la pérdida, se recomienda utilizar las siguientes unidades como las más adecuadas: %WL, %FL. Las unidades de medida más recomendables en la publica-

Tabla IV
Parámetros Inicial y los cambios en WL% y% FL (media y DE), por sexo, edad, el sobrepeso y la obesidad, el número de consultas de los participantes (n = 616)¹¹

<i>Grupos / Test estadístico</i>	<i>PL≥5%WF</i>	<i>PL≥5%&W<5%F</i>	<i>PL<5%W&≥5%F</i>	<i>PL<5%WF</i>	<i>Kruskal-Wallis test</i>
Edad (Años)	45.4 (12.3)	54.5 (18.3)	43.3 (12.7)	45.7 (13.7)	0.092
Peso _i (kg)	84.4 (15.5)	87.4 (20.7)	85.2 (17.7)	86.8 (15.7)	0.642
Talla _i (m)	1.64 (0.09)	1.58 (0.13)	1.64 (0.11)	1.66 (0.16)	0.335
IMC _i (kg/m ²)	31.4 (4.8)	35.2 (7.2)	31.4 (5.2)	32.9 (5.9)	0.045
% Grasa _i	36.3 (7.8)	41.4 (8.0)	35.6 (8.3)	38.5 (8.6)	0.002
Número de consultas (Semanas)	8.6 (4.3)	8.0 (1.5)	5.0 (2.5)	4.2 (4.2)	0.000
% Pérdida de peso	9.7 (4.1)	6.0 (0.9)	3.1 (1.6)	1.5 (1.7)	0.000
% Pérdida de grasa	22.6 (11.8)	3.7 (1.5)	11.2 (7.4)	1.1 (4.1)	0.000
IMC _{i-f} (kg/m ²)	3.0 (1.7)	1.9 (0.4)	1.1 (1.1)	0.5 (0.5)	0.000
Calidad de pérdida	2.4 (1.0)	0.6 (0.3)	3.0 (8.3)	-0.4 (14.8)	0.000

ción de ensayos clínicos para expresar la efectividad en la pérdida de tratamientos de sobrepeso y obesidad, son: %WL, %FL, CL, $PL \geq 5\%$ WF, $PL < 5\%$ W & $\geq 5\%$ F, $PL \geq 5\%$ & W < 5% F, $PL < 5\%$ WF (Tabla II y IV). Para matizar en una publicación de un ensayo clínico si el paciente o el tratamiento realizado ha obtenido una pérdida exitosa, se recomienda utilizar la grasa corporal como unidad de medida estrella, donde una disminución $\geq$ de un 5% se considera como pérdida exitosa y < de un 5%, no será una disminución exitosa¹². El motivo del porque esta unidad es la más idónea para determinar el éxito o fracaso, es debido a que con su disminución provoca mejoras en el estado de salud del paciente con sobrepeso y obesidad. Sin embargo, la pérdida de peso, cuando se produce por una disminución de la masa muscular y/o agua corporal, no produce mejoras en la salud del paciente. Por ello, se ha recomendado las unidades de medidas a utilizar en consulta y en la publicación de un ensayo clínico, además, se ha creado un precedente con grado de evidencia en cómo determinar la pérdida exitosa o no, por las aportaciones previas de otros autores y las realizadas en este equipo de investigación^{6,12,13}.

Pérdida de peso y mantenimiento de los objetivos conseguidos

El control de la pérdida es un proceso dinámico, con distintas fases que contribuyen a la pérdida de peso y mantenimiento del peso saludable alcanzado⁶. Algunos profesionales enfocan el tratamiento de la obesidad como una adicción²⁰. Se le debe hacer consciente al paciente que la asistencia a la consulta de nutrición, es cómo al dentista, se debe de acudir cada tres o seis meses una vez que se haya consolidado el período de mantenimiento. Dependiendo del peso objetivo que se haya alcanzado y del exceso de peso que se tuviera al inicio del tratamiento (Tabla III).

Nuevos enfoques de la atención individualizada

La visión de la pérdida debe de ser mensual, es decir, se debe valorar la variación del %WL y %FL mensualmente, independientemente de la frecuencia en la asistencia. Es un error plantearlo de otra manera, por dos cuestiones: Primero, el paciente se enfrenta mensualmente a compromisos de trabajo (Cambios de turno, viajes, etc.), sociales (Comidas de bautizos, bodas y otros) o familiares (Enfermedades, viajes...); segundo, en el caso de la mujer, la semana de la menstruación aumentará de peso por el aumento de agua corporal propia del cambio hormonal. El paciente debe de ser consciente, que posponer las consultas, no le ayudará a mejorar la adaptación al tratamiento, sino al revés¹³. Por ello, se recomienda asistir al menos dos o tres veces al mes, dependiendo de cada casuística. Por otro lado, se proponen tres nuevas opciones en el

enfoque de la atención o seguimiento de la consulta de nutrición:

- Se recomienda que se facilite un diario dietético, en el que se anoten todos los datos de interés y seguimiento, como los logros obtenidos y facilite el conocimiento del estado nutricional del paciente al resto de sanitarios que colaboren en su tratamiento. O esta información podría ser introducida en algún documento tipo cartilla que se esté utilizando en el sistema sanitario, ejemplo: En España se utiliza la cartilla del niño sano²¹.
- Se recomienda crear la figura de “nutricionista personal”, donde se actualice la visión del asesoramiento individualizado en tres formatos diferentes¹⁴:
 - A domicilio, sobre todo en cuestiones de obesidades mórbidas, edades avanzadas, problemas movilidad o en casos de ser muy introvertidos.
 - A distancia, en casos de pacientes con sobrepeso u obesidad tipo I-II.
 - A tiempo completo, con capacidad de realizar el tratamiento a distintos horarios, utilización de distintos medios de comunicación de última generación “skype”, acompañamientos a distintas celebraciones para mejorar el aprendizaje e inclusive ayuda en la preparación de menús en eventos de celebración.
- Una atención multidisciplinar avanzada, que permite la adaptación a distintas combinaciones con otros tratamientos, independientemente de la edad, estado de gestación y minusvalías físicas (Tabla V).

Opción para la adicción de la farmacoterapia y/o cirugía bariátrica

El concienciar que el exceso de peso es una patología grave en ocasiones es costoso, algunos pacientes no están dispuestos a incluir medicación y/o una intervención quirúrgica como acción combinada a su tratamiento dietético. En este caso, se recomienda el uso de fármacos en las indicaciones de los algoritmos de gestión de la obesidad⁴, intentando explicar su relevancia. En el caso de la cirugía, sólo se recomendará en las situaciones específicas que indican los algoritmos y se plantea como una ayuda para que el paciente obtenga dicha pérdida^{3,4}. Es interesante recomendar un documento que indique cómo, cuándo y en qué pacientes se debe de aplicar un tratamiento multidisciplinar, para ello, se recomienda observar la tabla V¹⁴.

Programa de gestión de la pérdida

Los expertos en nutrición, deben de ser capaces de transmitir al paciente que elaborar un tratamiento

Tabla V
El tratamiento dietético como parte de un uso multidisciplinar¹³

Grupos	IMC / Composición corporal	Patologías asociadas	Duración	Consultas (Nutrición/ejercicio/ Psicología/cirugía)	Protagonistas del tratamiento
10-17 años 	≥ Percentil 95 Composición corporal. Grasa (≥30%)	Diabetes tipo II Hipertensión, etc.	4-9 meses (Mantenimiento incluido)	N ^{i/g} : Consulta semana o quincenal y talleres o charlas Ei/g: Supervisado Pi/g: 1-2 mensuales Ci: No recomendado	Los padres ^g Precaución con los padres separados ^{i/g}
18-64 años 	IMC ≥ 35 Mantenimiento más de 2 años de un % grasa ≥ 30	Diabetes tipo II Hipertensión, etc.	9-14 meses (Mantenimiento incluido)	N ^{i/g} : Consultas quincenales y talleres o charlas Ei/g: Supervisado Pi/g: 1-2 mensuales Ci: Opción con un IMC ≥ 40	Padres-familiares ^g Cuidado si existen otros sujetos con obesidad en la misma casa o entorno ^{i/g}
≥ 65 años 	IMC ≥ 40 Mantenimiento más de 2 años de un % grasa ≥ 35	Diabetes tipo II Hipertensión, etc. Necesidad de utilizar silla de ruedas o pierna ortopédica	9-14 meses (Mantenimiento incluido)	Mismas recomendaciones que en los pacientes de 18 a 64 años. Sólo que habría que revisar el caso si fuera candidato de cirugía	Padres-familiares ^g Realizar actividad física; observar la disminuir de grasa, cambios físicos y mejora de patologías ^{i/g}
Mujer gestante 	IMC ≥ 35 Mantenimiento más de 2 años de un % grasa ≥ 35	Diabetes tipo II o gestacional, hipertensión, variación de la hormona tiroides, etc.	9-12 meses (Época previa y/o post-embarazo)	N ^{i/g} : Consulta quincenal o mensual y talleres o charlas Ei/g: Supervisado Pi/g: 1-2 mensuales Ci: No recomendado	Comparte la misma situación que los pacientes ≥ 65 años

i: individuales; g: grupales.

dietético individualizado, no es una cuestión sencilla. La dieta, recomendaciones complementarias y las herramientas evaluación que se utilizan, son documentos que le pueden o no ayudar a desarrollar mejoras en su estado de salud, dicho éxito no sólo depende de la habilidad del sanitario y el método aplicado, sino también de la predisposición a someterse a cambios en su estilo de vida. El tratamiento de la obesidad es un proceso dinámico, que se adaptará a cada momento de dicha pérdida, por ello, se recomendará la máxima implicación por parte del paciente. Se le recomendará que sea consciente que la única preocupación que tendrá el sanitario es la mejora de su salud, por ello, dicho proceso supondrá que la actitud recomendada sea la constancia, positividad y paciencia. El/la experto/a

deberá recomendar la combinación de acciones necesarias para que la pérdida se produzca en las condiciones más oportunas, a pesar de que estas iniciativas no sean del agrado del paciente (Tabla I, III y V). Esto es independiente del ambiente agradable, que se debe de existir en la consulta de nutrición¹⁴.

Conclusiones

En la gestión del tratamiento dietético cuali-cuantitativo en el sobrepeso y obesidad, se presenta un esquema de la metodología aplicada, destacando los procedimientos y herramientas de evaluación utilizados.

En los ensayos clínicos publicados en revistas de investigación, se recomienda evaluar el estado nutricional del sobrepeso y obesidad, con las siguientes unidades de medida: El %WL, %FL, CL, $PL \geq 5\%WF$, $PL < 5\%W \& \geq 5\%F$, $PL \geq 5\%W < 5\%F$, $PL < 5\%WF$; considerando la disminución $\geq 5\%$ como una pérdida de éxito. Sin embargo, en la consulta de nutrición se recomienda utilizar el %WL y %FL, porque son unidades de más fácil comprensión. Por ello, se ha recomendado las unidades de medidas a utilizar en consulta y en la publicación de un ensayo clínico, además, se ha creado un precedente con grado de evidencia en cómo determinar la pérdida exitosa o no, en cualquier casuística.

Concienciar al paciente que está mejorando su aspecto físico y/o estado de salud, es relevante a la hora de ser consciente de que se está obteniendo mejoras gracias al esfuerzo invertido en el tratamiento dietético. Para ello, se recomienda medir los perímetros de cadera y cintura, además, es interesante incorporar el estudio de la imagen corporal, como ya hizo W.H. Sheldon, en la escuela americana.

El tratamiento cuali-cuantitativo, muestra una pérdida de un 25% de grasa corporal, en pacientes con una variación de IMC y grasa inicial entre 35.2 ± 7.2 - 31.4 ± 4.8 y 41.4 ± 8.0 - 35.6 ± 8.3 , respectivamente. Un 80% de los pacientes que participan en el ensayo clínico consiguen una pérdida exitosa, destacando una asistencia de al menos dos meses y medio a la consulta. Las bases del tratamiento, son: Asesoramiento individualizado, dieta equilibrada, levemente hipocalórica, con técnicas de fácil aplicación y con alimentos de la zona.

Se presenta una nueva visión del asesoramiento individualizado, destacando los siguientes matices: Facilitar al paciente un diario dietético donde se registre los datos de interés de esta patología; insertar la posibilidad de la atención domiciliaria, a distancia sin la asistencia a la consulta e inclusive en horarios o momento especiales, es decir, convertirse en un “nutricionista personal”. En la atención multidisciplinar avanzada, se recomiendan unas líneas generales para una combinación preestablecida del tratamiento dietético con el ejercicio, la farmacoterapia y/o cirugía bariátrica, independiente de la edad, estado de gestación y minusvalías físicas.

En la gestión de la pérdida, los expertos de nutrición deben ser capaces de transmitir la complejidad de elaborar su tratamiento dietético individualizado. La postura del sanitario debe de ser considerada como el gestor encargado de determinar qué técnicas podrían ser más efectivas en dicha pérdida. Esto es independiente del ambiente agradable y positivo, que se debe de existir en la consulta de nutrición.

Agradecimientos

A todas las personas que han hecho posible que esta investigación se lleve a cabo (Amigos, compañeros, etc.). En especial a mis pacientes. Muchas gracias por vuestra cooperación y apoyo.

Conflicto de intereses

El autor declara no tener conflicto de intereses.

Financiación

Este ensayo clínico no ha recibido financiación.

Referencias

1. Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults. The Evidence Report. 1998 NIH Publication No. 98-4083: 18.
2. Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults. The Evidence Report. 2000 NIH Publication No. 00-4084. 16
3. Daniel S, Soleymani T, Garvey WT. A complications-based clinical staging of obesity to guide treatment modality and intensity. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 2013; 20(5): 377-88.
4. Jensen MD, Ryan DH. 2013 AHA/ACC/TOS. Guideline for management of overweight and obesity in adults. *J Am Coll Cardiol.* 2014; 63(25): 2994-3000.
5. World Health Organization. The challenge of obesity in the WHO European Region and the strategies for response. Geneva: WHO Library Cataloguing-in-Publication; 2007. URL: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/98243/E89858.pdf
6. Stubbs J, Whybrow S, Teixeira P, Blundell J, Lawton C, Westenhoefer J, et al. Problems in identifying predictors and correlates of weight loss and maintenance: implications for weight control therapies based on behaviour change. *Obes Rev.* 2011; 12(9): 688-708.
7. 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 surveys and epidemiological studies with 960 country-years and 9.1 million participants. *Lancet.* 2011; 377: 557-67.
8. Berghöfer A, Pischon, Reinhold T, Apovian CM, Sharma AM, Willich SN. Obesity prevalence from a European perspective: a systematic review. *BMC Publ Health.* 2008; 8: 200-10.
9. Gargallo M, Basulto J, Bretón I, Quiles J, Salas-Salvadó J, et al. Recomendaciones nutricionales basadas en la evidencia para la prevención y el tratamiento del sobrepeso y la obesidad en adultos (Consenso FESNAD-SEEDO). *Rev Esp Obes.* 2011; 9(1): 7-48.
10. Rubio MA, Salas-Salvadó J, Barbany M, Moreno B, Aranceta J, Bellido D, et al. Consenso SEEDO para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéuticas. *Rev Esp Obes.* 2007; 7-48.
11. Reig M, Rizo MM, Cortés E. Indicators of success in the dietary management of overweight and obesity: weight, body fat loss and quality. *Nutr Hosp.* 2015; 32(3). DOI: <http://dx.doi.org/10.3305/2Fnh.2015.32.3.9248>.
12. Reig M, Cortés E, Rizo MM, Gutiérrez A. The variability in adherence to dietary treatment and quality of weight loss: overweight and obesity. *Nutr Hosp.* 2015; 31(5): 2020-2027.
13. Reig M. La eficacia de una educación nutricional como método en la pérdida de peso (Tesis doctoral). Alicante (ES): Univ. Alicante; 2013. URL: http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/28416/1/Tesis_Reig_Garcia-Galbis.pdf
14. Gutiérrez A, Reig M, Rizo M, Cortés E, Mur N, Aguilar MI. Unidades de medida utilizada en los tratamientos para reducir peso y la obesidad: Revisión sistemática. *Nutr Hosp.* 2014; 30(3): 478-485.
15. Millstein RA. Measuring Outcomes in Adult Weight Loss Studies That Include Diet and Physical Activity: A Systematic Review. *J Nutr Metab.* 2014; 2014: 421.423.

16. Reig M, Rizo MM, Cortés E. Factores predictores de la pérdida de peso y grasa, en el tratamiento dietético: Sexo, edad, índice de masa corporal y la asistencia a la consulta. *Nutr Hosp.* 2015; 32(3). DOI: <http://dx.doi.org/10.3305%-2Fnh.2015.32.3.9271>
17. Sheldon, W (1954). *Atlas of men: A guide for somatotyping the adult male at all ages.* New York: Harper.
18. Ozhan H, Alemdar R, Caglar O, Ordu S, Kaya A, MELEN Investigators, et al. Performance of bioelectrical impedance analysis in the diagnosis of metabolic syndrome. *J Investig Med.* 2012; 60(3): 587-91.
19. Armstrong MJ, Mottershead TA, Ronksley PE, Sigal RJ, Campbell TS, Hemmelgarn BR. Motivational interviewing to improve weight loss in overweight and/or obese patients: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Obes Rev.* 2011; 12(9): 709-23.
20. Seguí M. Revisión del niño sano por el médico general/de familia. *Semerger.* 2000; 26: 196-218.



Original/*Obesidad*

Nutritional and metabolic assessment in overweight patients with and without hyperprolactinemia caused by prolactinoma

Bruna Breyer de Freitas¹, Renata Elisabeth Rothen¹, Débora Zeni², Carolina García Soares Leães², Miriam da Costa Oliveira^{1,2}, Fernanda Michielin Busnello³ and Júlia Fernanda Semmelmann Pereira-Lima^{1,2}

¹Federal University of Health Sciences of Porto Alegre (UFCSA). ²Neuroendocrinology Center of Santa Casa of Porto Alegre, Federal University of Health Sciences of Porto Alegre (UFCSA), Porto Alegre. ³Department of Nutrition, Federal University of Health Sciences of Porto Alegre (UFCSA), Porto Alegre, Brazil.

Abstract

Introduction: prolactinomas are pituitary adenomas that express and secrete prolactin. These patients are overweight and the mechanisms are being studied.

Goals: assess nutritional and metabolic status of overweight patients with and without hyperprolactinemia caused by prolactinoma and compare them.

Materials and methods: cross-sectional study, patients with body mass index (BMI) ≥ 25 kg/m² with and without prolactinoma: 1) 20 normoprolactinemic (NPrl) with prolactinoma; 2) 23 hyperprolactinemic (HPrl) with prolactinoma; 3) 28 controls without prolactinoma or alterations in prolactin levels. Evaluated through anthropometric, dietetics, and biochemical assessment.

Results: of the 71 patients evaluated, most were obese women with macroprolactinomas. All three groups had diets with low caloric and monounsaturated fatty acid (MUFA) intake, the NPrl group had low carbohydrate (CHO) intake and high lipid (LIP) and saturated fatty acid (SFA) intake, and the NPrl and HPrl groups had appropriate intake of polyunsaturated fatty acids (PUFA). The HPrl group had elevated total cholesterol. HDL cholesterol was below the recommended threshold for most patients. No statistically significant differences were found in anthropometric and biochemical variables among the groups.

Conclusions: most patients with prolactinomas and controls are obese and metabolically similar regardless of prolactin levels. All groups presented low caloric and MUFA intake. Protein, LIP, SFA, and cholesterol were significantly different among the groups, the NPrl group ingested less amount of protein and greater of fat. Snac-

EVALUACIÓN NUTRICIONAL Y METABÓLICA EN PACIENTES CON SOBREPESO CON Y SIN HIPERPROLACTINEMIA CAUSADA POR PROLACTINOMA

Resumen

Introducción: los prolactinomas son adenomas hipofisarios que expresan y secretan prolactina. Estos pacientes tienen sobrepeso y el mecanismo está en estudio.

Objetivos: evaluar el estado nutricional y metabólico de los pacientes con sobrepeso con y sin hiperprolactinemia causada por prolactinoma y compararlos.

Materiales y métodos: es un estudio transversal con pacientes con índice de masa corporal (IMC) ≥ 25 kg/m² con y sin prolactinoma: 1) 20 normoprolactinémicos (NPrl) con prolactinoma; 2) 23 hiperprolactinémicos (HPrl) con prolactinoma; 3) 28 controles sin prolactinoma o alteraciones en los niveles de prolactina. Evaluados a través de estudios antropométricos evaluación dietética y bioquímica.

Resultados: de los 71 pacientes evaluados, la mayoría eran mujeres obesas con macroprolactinomas. Los tres grupos tenían dietas con baja ingesta de calorías y ácidos grasos monoinsaturados (MUFA), el grupo NPrl tenía ingesta baja en carbohidratos (CHO) y alta en lípidos (LIP) y ácidos grasos saturados (SFA), y los grupos NPrl y HPrl tenían ingesta apropiada de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA). El grupo HPrl tenía el colesterol sérico por encima del valor recomendado, mientras el colesterol HDL estaba por debajo del valor recomendado en la mayoría de los pacientes. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las variables antropométricas y bioquímicas entre los grupos.

Conclusiones: la mayoría de los pacientes con prolactinomas y los controles son obesos y metabólicamente similares, independientemente de los niveles de prolactina. Todos los grupos presentaron baja ingesta de calorías y de ácidos grasos monoinsaturados. Proteínas, LIP, SFA y colesterol fueron significativamente diferentes entre los grupos, el grupo de NPrl ingiere menos cantidad de proteína y mayor de grasa. La mayoría de los pacientes

Correspondence: Bruna Breyer de Freitas.
Rua Francisco Trein, 817, apto. 203 B. Cristo Redentor.
CEP 91350-200, Porto Alegre, RS, Brazil.
E-mail: brunabreyer@hotmail.com

Recibido: 23-VII-2015.
Aceptado: 17-VIII-2015.

king between meals and changes of food consumption on weekends was reported by most patients. This is the first study comparing patients with prolactinomas and controls, both with overweight, regarding food consumption and feeding behavior.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:2030-2037)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9673

Key words: *Prolactinoma. Hyperprolactinemia. Overweight. Obesity. Nutritional assessment.*

Abbreviations

ANOVA: analysis of variance.
BMI: Body mass index.
CHO: carbohydrate.
CVD: cardiovascular disease.
DA: dopamine agonists.
DM: diabetes mellitus.
HBP: high blood pressure.
HC: hip circumference.
HPrl: hyperprolactinemic.
INA: National Dietary Inquiry.
ISCMPA: Irmandade Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre.
LIP: Lipid.
MUFA: monounsaturated fatty acid.
NPrl: normoprolactinemic.
Prl: Prolactin.
PTN: proteins.
PUFA: polyunsaturated fatty acids.
SFA: saturated fatty acid.
SUS: Federal Healthcare System.
WC: Waist circumference.
WHO: World Health Organization.
WHR: waist-to-hip ratio.
24hR: 24-hour diet recall.

Introduction

Prolactin (Prl) is a hormone secreted by the lactotroph cells of the anterior pituitary and its main role is in reproduction and lactation, performing other functions, some related to metabolism¹. Hyperprolactinemia corresponds to Prl levels above the normal limits and may have physiological (gestation, lactation), pharmacological (antipsychotic or antidepressant use), or pathological (prolactinomas, hypothalamic tumors) causes².

Prolactinomas are pituitary adenomas that express and secrete prolactin and have an estimated prevalence of 60-100 cases per million inhabitants, 70% of which among women³. Besides the tumor mass and hypogonadism effects, weight gain is one of the symptoms these patients have¹.

Obesity is a multifactorial disease characterized by the accumulation of body fat that occurs due to an im-

manifiestan picar entre las comidas y cambios en el consumo de alimentos los fines de semana. Este es el primer estudio que compara a pacientes con prolactinomas y controles, ambos con sobrepeso, en cuanto a consumo de alimentos y comportamiento alimentario.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:2030-2037)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9673

Palabras clave: *Prolactinoma. Hiperprolactinemia. Sobrepeso. Obesidad. Evaluación nutricional.*

balance in energy intake, production, and expenditure⁴. Patients with prolactinomas experience body weight increase and a higher prevalence of obesity (35% to 80%) compared to other pituitary adenomas and the overall population^{5,6,7,8}. Although the causes of weight gain and metabolic alterations in these patients have not been elucidated, several mechanisms have been researched.

This study aims to assess the nutritional status (nutritional, dietetic, and anthropometric profiles) and metabolic status of overweight and obese patients with and without hyperprolactinemia caused by prolactinoma and to compare them.

Methods

A prospective cross-sectional study was carried out with patients under follow-up at the Endocrinology Outpatient Clinic of Irmandade Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre (ISCMPA) between May 2013 and May 2014. The convenience sample comprised 71 patients above 18 years old of both sexes with body mass index (BMI) ≥ 25 kg/m² with and without hyperprolactinemia, who were assigned to three groups: 1) 20 normoprolactinemic (NPrl) patients with prolactinoma; 2) 23 hyperprolactinemic (HPrl) patients with prolactinoma; and 3) 28 patients normoprolactinemic without prolactinoma (controls).

Patients with Prl levels above 100 ng/dL and imaging exam (MRI or CT scan) with lesion suggestive of adenoma, being lesions <1 cm microprolactinomas and ≥ 1 cm macroprolactinomas were considered bearers of prolactinomas. Prolactin values within the threshold were considered normoprolactinemia, while hyperprolactinemia values were above 17.7 ng/mL for men; 29.2 ng/mL for women; and 20.3 ng/mL for postmenopausal women.

Patients with hyperprolactinemia due to other causes than prolactinoma and those under nutritional intervention or obesity medications were excluded. The subjects were included after signing a term of free and informed consent. This research was approved by the ethics commissions of the institutions.

The subjects were assigned to the groups and submitted to clinical and nutritional anamnesis, anthropometric, dietary, and biochemical assessments.

The patients were evaluated using a structured questionnaire on personal and behavioral characteristics and comorbidities. Patients with prolactinoma were classified regarding tumor size, Prl levels, time of diagnosis, previous treatments, and current use of dopamine agonists (DA).

Weight and height were measured using an anthropometric scale Welmy®, standing upright, barefoot and with light clothes. The BMI was calculated as current weight (kg)/height² (m) and classified according to the World Health Organization (WHO)⁹. Waist circumference (WC) was measured around the abdominal region at the medial point between the iliac crest and the lower costal margin using a flexible non-elastic measuring tape with the subject standing after exhaling. The hip circumference (HC) was measured around the hip at its largest diameter with the measuring tape over the greater trochanters and the waist-to-hip ratio (WHR) was calculated. The measures were classified according to the WHO¹⁰.

In order to assess the dietary intake, the 24-hour diet recall (24hR) was used. In order to better estimate portions, images of the different portion sizes were shown¹¹. The software DietWinPlus® was used to calculate the nutrients and the cut-off points were based on guidelines^{12,13}.

The laboratory tests were collected in the morning after 12 h of fasting using the following cut-off points: triglycerides (<150 mg/dL), total cholesterol (<200 mg/dL), HDL cholesterol (men >40 mg/dL; women >50 mg/dL), LDL cholesterol (<130 mg/dL), fasting blood glucose (70 to 99 mg/dL), prolactin (men 2.1 to 17.7 ng/mL; women 2.8 to 29.2 ng/mL; postmenopausal women 1.8 to 20.3 ng/mL), TSH (0.55 to 4.78 μ UI/mL), and free T4 (0.7 to 2.0 ng/dL). The quantitative data were described as mean and standard deviation and, in the presence of asymmetry, median and interquartile amplitude. Intragroup comparisons used analysis of variance (ANOVA) and Student's t-test was used if intragroup differences were found. Categorical data were compared using the Chi-squared and Fisher's exact test at 5% significance level. The data were analyzed using the software SPSS version 21.0 beta.

Results

Initially, 78 patients were assessed, of whom three with prolactinoma and four without were excluded, thus 71 patients were included in the study. Among the NPrl subjects, 13 (65%) were women and seven (35%) were men, with mean age of 47.7 $\pm$ 16.4 years. Among the HPrl subjects, 18 (78.3%) were women and five (21.7%) were men, with mean age of 48.3 $\pm$ 16.12 years. Among the controls, 20 (71.4%) were women and eight (28.6%) were men, with mean age of 48.9 $\pm$ 14.8 years. There was a predominance of the white race in 80%, 78.3% and 78.3% in groups NPrl, HPrl, and con-

trols, respectively. There was a predominance of macroprolactinomas, 70% of the NPrl and 73% of HPrl.

DA use was similar between NPrl (60%) and HPrl (56.5%). Surgery was performed for tumor resection in 25% of the NPrl and 43.5% of the HPrl patients. Radiotherapy was used as adjuvant therapy in 15% of the NPrl subjects. The time of diagnosis in the NPrl and HPrl patients was 60 (24-141) and 84 (36-240) months, respectively. The Prl in the NPrl and HPrl was 9.0 (3.8-11.0) and 58.5 (35.2-89.2) ng/mL, respectively. The current use of AD was 70% in HPrl and 47.8% in NPrl patients, being the use of cabergoline and bromocriptine similar between the groups.

Regarding lifestyle, most subjects were non-smokers, did not consume alcohol, and over 80% did not practice physical activity regularly. The most common comorbidities were diabetes mellitus (DM), high blood pressure (HBP), and cardiovascular disease (CVD), more frequent in controls as shown in table I.

Table II shows the anthropometric assessment. The mean BMI in the NPrl group was 32.6 $\pm$ 6.1 kg/m² and 55% were obese. In the HPrl group, the mean BMI was 35.0 $\pm$ 7.3 kg/m² and 78.2% were obese. Mean BMI among controls was 34.3 $\pm$ 5.7 kg/m² and 78.6% were obese.

WC values were very high in 70% of the NPrl subjects, in 91.3% of the HPrl, and in 82.1% of the controls. The mean WHR was high in all groups. The biochemical assessment is described in table II. Evaluating the three groups in relation to lipid profile, total cholesterol was above the recommended limit only among the HPrl subjects. HDL cholesterol was below the recommended limit in more than 50% of both men and women in all three groups. In relation to anthropometric and biochemical variables, there were no statistically significant differences between the three groups.

Calorie and nutrient intakes are shown in table III. The intake of proteins (PTN), lipids (LIP), saturated fatty acids (SFA), and cholesterol were significantly different among the three groups, the NPrl group ingested less amount of PTN and greater of fat. The carbohydrate (CHO) intake was below the recommended level in NPrl patients and controls. PTN intake was adequate for all groups. Regarding fat intake, LIP and SFA were slightly above the recommended levels in the NPrl group, monounsaturated fatty acids (MUFA) were below the recommended in all groups, polyunsaturated fatty acids (PUFA) were within the recommendation among the NPrl and HPrl subjects, and cholesterol intake was adequate in all three groups. Only the controls reached the minimum recommended intake of fibers.

Dietary behavior characteristics are detailed in table IV. The average number of meals per day in the NPrl group was 4.2 $\pm$ 0.8; in the HPrl, 3.7 $\pm$ 0.6; and in the controls, 4.0 $\pm$ 1.1. Over 95% of the subjects used vegetable oil to prepare food, with a monthly per capita intake of 964.4 $\pm$ 620.8 mL for the NPrl, 813.2 $\pm$ 510.4 mL for the HPrl, and 626.0 $\pm$ 355.5 mL for the controls. Olive oil was used by 10% of the NPrl and controls

Table I
Behavioral characteristics and health status of patients with and without hyperprolactinemia caused by prolactinomas (n=71)

<i>Variables</i>	<i>NPrl (n=20) n (%)</i>	<i>HPrl (n=23) n (%)</i>	<i>Controls (n=28) n (%)</i>
Smoking			
Smoker	2 (10)	2 (8.7)	4 (14.3)
Never smoked	14 (70)	13 (56.5)	19 (67.9)
Former smoker	4 (20)	8 (34.8)	5 (17.9)
Alcohol consumption*			
Yes	4 (20)	4 (17.4)	2 (7.1)
No	16 (80)	19 (82.6)	26 (92.9)
Physical exercise**			
Practices	3 (15)	3 (13)	5 (17.9)
Does not practice	17 (85)	20 (87)	23 (82.1)
Diabetes mellitus			
Yes	4 (20)	3 (13)	12 (42.9)
No	16 (80)	20 (87)	16 (57.1)
High blood pressure			
Yes	9 (45)	9 (39.1)	18 (64.3)
No	11 (55)	14 (60.9)	10 (35.7)
Cardiovascular disease			
Yes	1 (5)	3 (13)	6 (21.4)
No	19 (95)	20 (87)	22 (78.6)

NPrl: normoprolactinemic; HPrl: hyperprolactinemic; n: sample number; %: relative frequency; *: yes for at least 1 dose per week; **: practices >150 minutes per week.

Table II
Values of anthropometric measures and biochemical tests of patients with and without hyperprolactinemia caused by prolactinomas (n=71)

<i>Variables</i>	<i>NPrl (mean±SD)</i>	<i>HPrl (mean±SD)</i>	<i>Controls (mean±SD)</i>
Weight (kg)	86.9±22.0	89.4±19.1	87.8±16.1
BMI (kg/m ²)	32.5±6.1	35.0±7.3	34.3±5.7
HC (cm)	105.1±19.4	107.9±13.0	105.8±12.7
HC (cm)	109.0±10.3	113.6±14.5	112.1±11.2
WHR	0.96±0.13	0.95±0.06	0.94±0.09
Total cholesterol (mg/dL)	188.7±40.9	207.9±41.4	187.0±48.9
LDL cholesterol (mg/dL)	114.9±40.7	128.4± 40.3	110.9±40.9
HDL cholesterol (mg/dL)	46.5±14.4	51.3±17.1	46.6±13.6
Triglycerides (mg/dL)	146.8±61.6	142.4±64.5	149.9±64.6
Glucose (mg/dL)	100.9±38.6	88.4±19.4	113.8±49.3

NPrl: normoprolactinemic; HPrl: hyperprolactinemic; SD: standard deviation; BMI: body mass index; WC: waist circumference; HC: hip circumference; WHR: waist-to-hip ratio.

and by less than 5% of the HPrl. Bacon, lard, margarine, and butter were also used by 30% of the NPrl subjects, 21.7% of the HPrl, and 25% of the controls. The consumption of apparent SFA in meats (beef and poultry) was 38% in the NPrl group and 42% in the HPrl and controls.

When NPrl+HPrl subjects were compared to controls, glucose was higher among the controls (p=0.04). However, when the patients with DM were excluded from the analysis, this difference did not remain (p=0.32). When HPrl subject were compared to NPrl+controls, no statistically significant difference was found among the

Table III
Dietary intake characteristics of patients with and without hyperprolactinemia caused by prolactinomas (n=71)

Nutrients	NPrl (mean±SD)	HPrl (mean±SD)	Controls (mean±SD)	Recommended*
Calories (kcal)	1,609.5±568.0	1,504.5±447.7	1,478.0±408.4	**
Carbohydrates (%tcv)	50.4±9.0	57.2±7.6	52.2±11.5	55-60%
Proteins (%tcv)***	17.0±4.6	17.4±5.0	20.1±4.8	15-20%
Lipids (%tcv)***	32.5±7.9	25.2±6.8	27.5±10.6	20-30%
SFA (%tcv) ***	10.6±3.3	8.5±2.7	9.0±3.3	<10%
MUFA (%tcv)	8.8±4.7	8.0±4.1	7.4±4.6	15-20%
PUFA (%tcv)	5.9±3.2	5.1±3.0	4.8±3.0	5-10%
Cholesterol(mg) ***	268.5±145.2	165.7±86.0	203.9±96.9	<300 mg/day
Fibers (g)	18.1±9.2	18.1±11.4	20.4±8.7	20-30 g/day

NPrl: normoprolactinemic; HPrl: hyperprolactinemic; SD: standard deviation; *: ABESO¹²; Santos et al.¹³; **: according to current weight; %tcv: percentage of the total caloric value; SFA: saturated fatty acids; MUFA: monounsaturated fatty acids; PUFA: polyunsaturated fatty acids; ***: p<0,05

Table IV
Dietary behavior characteristics of patients with and without hyperprolactinemia caused by prolactinomas (n=71)

Variables	NPrl n (%)	HPrl n (%)	Controls n (%)
Habit of snacking along the day			
Yes	13 (65)	14 (60.9)	16 (57.1)
No	7 (35)	9 (39.1)	12 (42.9)
Habit of snacking at night			
Yes	3 (15)	6 (26.1)	6 (21.4)
No	17 (85)	17 (73.9)	22 (78.6)
Dietary intake change on the weekend			
Yes	19 (95)	21 (91.3)	23 (82.1)
No	1 (5)	2 (8.7)	5 (17.9)
Reason of dietary intake change on the weekend			
Time availability	2 (10)	0	1 (3.6)
Environment/family	7 (35)	10 (43.5)	13 (46.4)
Both	9 (45)	11 (47.8)	8 (28.6)
Others	0	0	1 (3.6)
Does not know/not applicable	2 (10)	2 (8.7)	5 (17.8)
Type of sweetener used			
Refined sugar	14 (70)	18 (78.3)	12 (42.9)
Brown sugar	1 (5)	0	1 (3.6)
Artificial sweetener	4 (20)	3 (13.0)	9 (32.1)
None	1 (5)	2 (8.7)	6 (21.4)

NPrl: normoprolactinemic; HPrl: hyperprolactinemic; n: sample number; %: relative frequency.

groups, but HPrl had a tendency for high total cholesterol levels (p=0.07).

Discussion

This study presents demographic, nutritional, and biochemical characteristics of patients with and without prolactinoma and overweight. The prolactinoma

represents over 45% of pituitary tumors, being more frequent in women, in more than 70% of cases³. A study by Malik *et al.*¹⁴ assessed 68 patients with prolactinoma, 63.2% of whom women, and macroprolactinomas were the most common (52.9%), followed by microprolactinomas (33.8%) and giant prolactinomas (13.3%). Doknic *et al.*¹⁵ studied 23 patients with prolactinoma, being 65.2% macroprolactinomas and 34.8% microprolactinomas. Women were the majority

of the sample in the present study too. The most prevalent tumor type was macroprolactinoma. This sample was well defined and consistent and matched, in sampling terms, other studies in the literature.

The initial treatment of prolactinomas is medication with dopamine agonists (DA). Surgery and radiotherapy are used when there is failure with the medication². Greenman *et al.*⁵, when studying 42 patients with prolactinoma, described DA use in 88.1%, surgery in 23.8%, and radiation therapy in 4.8%. In a study by Malik *et al.*¹⁴, 97.1% used DA, 22.1% underwent surgery, and 1.5% received radiotherapy. The present data match those described in the literature. The differences in treatment among studies can be attributed to differences in tumor size in the samples as well as to changes in the therapy choices of prolactinomas in recent years. While 70% of the NPrl patients used DA during the study and were normoprolactinemic, nearly half of the HPrl patients used DA and were hyperprolactinemic, possibly due to irregular medication use.

The practice of physical activity in Brazil has increased significantly since 2009. According to data by VIGITEL¹⁶, 35.3% of Brazilians practice physical activity for at least 150 minutes per week, although this rate drops to 22.9% among those with up to eight years of education. In the present sample, among the three groups studied, less than 20% of the patients practiced physical activity, possibly due to the sample's characteristics: Patients who attend the outpatient clinic of the Federal Healthcare System (SUS), come from the interior of the state and have low schooling and low income level. Subjects in the NPrl and HPrl groups had similar smoking rates compared to those in VIGITEL¹⁶, i.e., 10.8% smoking prevalence in the Brazilian population. The prevalence in the control group, however, was higher.

The prevalence of overweight and obesity is rising worldwide according to the WHO⁴: 39% of adults are overweight and 13% are obese. In Brazil¹⁶, 52.5% of the population is overweight and a third of those are obese, 17.9% of the overall population. The literature has described overweight among patients with prolactinoma and different mechanisms of this weight gain have been discussed: reduced dopaminergic tonus, lipogenesis stimulation, reduction in adiponectin levels, leptin resistance, increased hypothalamic pressure, and hypogonadism^{5,6,17}.

Santos-Silva *et al.*⁷ assessed 22 patients with prolactinoma, 45% of whom obese and 27% overweight. Barbosa *et al.*¹⁷ found similar data, 48.6% obese and 20% overweight. A study by Pereira-Lima *et al.*⁸ found 50% of obesity among macroprolactinomas and 30% among microprolactinomas. The prevalence of obesity among patients with prolactinoma is higher than among patients with other pituitary adenomas. Schmid *et al.*⁶, studying 399 adenomas, found obesity in 35% of prolactinomas, in 22.2% of adrenocorticotropinomas, in 21.4% of somatotropinomas, and in 17% of

clinically non-functioning adenomas. Assunção Alves Rodrigues *et al.*¹⁸ reported obesity in 15% of the normoprolactinemic and in 40% of the hyperprolactinemic patients with prolactinomas. The present study found a high prevalence of obesity among patients with prolactinoma, i.e., 55% of the NPrl and 78.2% of the HPrl.

Santos-Silva *et al.*⁷, Assunção Alves Rodrigues *et al.*¹⁸, and Cirese *et al.*¹⁹ found BMI within the overweight range in both normoprolactinemic and hyperprolactinemic patients. Naliato *et al.*²⁰ found BMI in the eutrophia range among normoprolactinemics and in the overweight range among hyperprolactinemics, with a significant difference between the groups. The present study found mean BMI in the range of obesity grade I in the NPrl group and obesity grade II in the HPrl.

Santos-Silva *et al.*⁷, Barbosa *et al.*¹⁷, and Cirese *et al.*¹⁹ reported normal WC values for normoprolactinemic and hyperprolactinemic patients. Assunção Alves Rodrigues *et al.*¹⁸ and Berinder *et al.*²¹ reported normal WHR for normoprolactinemic patients of both sexes and for hyperprolactinemic women, however, the values were high for hyperprolactinemic men. WC and WHR values in the present sample were above the normal threshold, which shows a large abdominal fat accumulation and high CVD risk among these individuals. The present data of BMI, WC, and WHR are higher than those described in the literature, since the sample comprises exclusively overweight and obese patients, with a predominance of the latter.

Regarding the lipid profile, most studies with prolactinomas describe normal serum levels both for normoprolactinemics and hyperprolactinemics^{7,18,22}. The present study also found normal serum lipid levels, except for total cholesterol, which was slightly high for HPrl patients, data similar to that found by Berinder *et al.*²¹ The glucose levels described for prolactinoma patients are also normal^{19,23}. In the present study, glucose levels were slightly high for NPrl and adequate for HPrl patients.

Regarding comparative studies between HPrl prolactinomas and controls, Serri *et al.*²³ and Tuczu *et al.*²⁴ found no statistically significant difference in values of WC, total cholesterol, triglycerides, LDL cholesterol, HDL cholesterol, or glucose. Naliato *et al.*²⁰, when comparing 31 non-obese women with prolactinoma to 21 controls without prolactinoma, found no statistically significant difference in BMI and WC values. Jiang *et al.*²⁵ compared HPrl prolactinomas to controls and found significantly higher values for the variables WC, BMI, triglycerides, and glucose in the hyperprolactinemic subjects, with a positive correlation among prolactin, triglycerides, and glucose.

Assunção Alves Rodrigues *et al.*¹⁸ compared 20 NPrl prolactinomas to 20 HPrl prolactinomas and 40 controls. The WC, HDL cholesterol, and triglyceride values were significantly higher among the HPrl subjects than the NPrl and controls. The present study

found no statistically significant difference in the anthropometric and biochemical variables studied between patients with prolactinomas (NPrl+HPrl) and controls or between HPrl patients and normoprolactinemic subjects (NPrl+controls), demonstrating how the three populations studied, once overweight, are metabolically similar, regardless of prolactinomas or high levels of prolactin.

In relation to food consumption, the Brazilian dietary standard has changed over the last few decades with an increase of the intake of industrialized foods rich in SFA, sodium, and sugar, which is associated with weight gain and higher CVD risk²⁶. Data of the 2008-2009 National Dietary Inquiry (*Inquérito Nacional de Alimentação* – INA)²⁷, estimated by means of two dietary records on non-consecutive days, showed that Brazilians consume an average of 1,902±608 kcal, 56±7% CHO, 17±3% PTN, 27±5% LIP, 9±2% SFA, 6±1% PUFA, 9±2% MUFA, 253±127 mg cholesterol, and 20±9 g fiber. In a study carried out in the Brazilian state of Rio Grande do Sul, the average consumption of macronutrients of obese candidates to bariatric surgery was 2,782.7±1,131.4 kcal, 51.2% CHO, 16.4% PTN, and 29.6% LIP²⁸.

The intake of calories in all groups of the present sample was lower than the average of the Brazilian population and of obese persons in southern Brazil. Given the mean calorie intake (1,530.7 kcal) and mean weight (88 kg) in the three groups, the caloric density of the energy consumption would be 17.4 kcal/kg weight, which represents a hypocaloric diet that does not match the sample's anthropometric profile. The investigation method employed, one-day 24hR, has limitations on the food consumption findings. The low calorie intake found could also be due to underreporting. Overweight and obese persons omit the consumption of snacks and desserts, the meal frequency, and portion sizes, which could lead to underreporting of 30% to 50% of the total caloric value, particularly among women²⁹. In order to minimize these limitations, it was decided to use the data of feeding behavior.

The number and frequency of daily meals contribute to obesity and metabolic syndrome. Marín-Guerrero *et al.*³⁰, when studying dietary behaviors, found that persons who had only two meals a day had a higher prevalence of obesity compared to those who had three or four meals a day, irrespective of sex. The habit of snacking between meals was associated with obesity among women since it leads to a higher intake of calories and SFA³⁰. The present study found an average of four meals a day. The snacking between meals (57.1-65%) and changes of food consumption on weekends (82.1-95%) was reported by most patients.

The intake of macro- and micronutrients found in the sample was similar to that found in INA²⁷, except for the intake of lipids and SFA, with higher levels among the NPrl subjects. It is known that excessive SFA intake, mainly foodstuffs of animal origin, contributes to higher LDL cholesterol and CVD risk¹³.

Regarding the intake of visible fat in beef and poultry, data from the last VIGITEL¹⁶ reported intake by 29.4% of Brazilians, while a study carried out in southern Brazil 52.3% reported consuming this type of fat³¹. In the present study, approximately 40% reported consuming visible fat in beef and poultry, while 21.7% to 30% reported consuming bacon, lard, and butter, which confirms these are frequent habits among the population in our region.

MUFA intake did not reach the recommended minimum in any of the groups studied, which is also true for the Brazilian population²⁷. Olive oil, a source of MUFA, was used by a low percentage of patients in all three groups. The benefits of consuming these fatty acids include CVD risk reduction and the replacement of SFA by MUFA improves sensitivity to insulin, reducing the risk of DM¹³.

The Ministry of Health³² recommends the intake of 225 mL of vegetable oils per person per month, i.e., a standard 900 mL oil can should be the amount used by a family of four over one month. Moreira *et al.*³³, while studying the feeding behavior of 131 women in the Brazilian state of Minas Gerais, found that the monthly per capita oil intake was 556 mL. The monthly per capita consumption of vegetable oil found in our study (626 to 964 mL) reflects overuse in the preparation of meals, with a predominance of fried foods.

The intake of added sugar, i.e., not naturally present in foods, has been associated with higher risk of chronic diseases such as obesity, CVD, DM, and tooth cavities³⁴. The WHO³⁴ recommends that this intake does not exceed 10% of the total calories in the diet. Data from the INA show that the Brazilian population consumes an average of 13% of calories from sugar²⁷. The use of refined sugar added to beverages was 70% in the NPrl group, 78.3% in the HPrl, and 42.9% among controls, a habit that is highly prevalent in the population studied.

Conclusion

Regardless of the prolactin levels, most patients with prolactinoma NPrl and HPrl, are obese and metabolically similar when compared to each other and to controls. Low calorie and MUFA intake was found in all the groups. NPrl and HPrl patients had appropriate PUFA intake. Protein, lipids, SFA, and cholesterol were significantly different among the groups, the NPrl group ingested less amount of PTN and greater of fat. The snacking between meals and changes of food consumption on weekends was reported by most patients.

This is the first study comparing patients with prolactinomas and controls, both with overweight, regarding food consumption and feeding behavior. The follow-up of these patients, as well as their responses to nutritional intervention, will bring new information to this relevant subject.

Author Disclosure Statement

The authors have no conflicts of interest to declare.

References

1. Marano JR, Ben-Jonathan, NB. Minireview: Extrapituitary Prolactin: An Update on the distribution, Regulation, and Functions. *Mol Endocrinol*. 2014; 28(5): 622-33.
2. Melmed S, Casanueva FF, Hoffman AR, Kleinberg DL, Kleinberg VMM, Schlechte JA, et al. Diagnosis and treatment of hyperprolactinemia: An Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *J Clin Endocrinol Metab*. 2011; 96(2): 273-88.
3. Ciccarelli A, Daly AF, Beckers A. The epidemiology of prolactinomas. *Pituitary*. 2005; 8(1): 3-6.
4. WHO. World Health Organization. Global Health Observatory (GHO) data: Overweight and obesity, 2014. Available: http://www.who.int/gho/ncd/risk_factors/overweight_text/en/. Access April 2015.
5. Greenman Y, Tordjman K, Stern N. Increased body weight associated with prolactin secreting pituitary adenomas: weight loss with normalization of prolactin levels. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 1998; 48(5): 547-53.
6. Schmid C, Goede DL, Hauser RS, Brändle M. Increased prevalence of high Body Mass Index in patients presenting with pituitary tumours: severe obesity in patients with macroprolactinoma. *Swiss Med Wkly*. 2006; 136: 254-58.
7. Santos-Silva CM, Barbosa FRP, Lima GAB, Warszawski L, Fontes R, Domingues RC et al. BMI and Metabolic Profile in Patients With Prolactinoma Before and After Treatment With Dopamine Agonists. *Obesity*. 2011; 19(4): 800-5.
8. Pereira-Lima JFS, Leães CGS, Freitas Neto FM, Barboza MVR, Silva ALM, Oliveira MC. Hyperprolactinemia and body weight: prevalence of obesity and overweight in patients with hyperprolactinemia. *Res J Endocrinol Metab*. 2013: 1-6.
9. WHO. 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.
10. WHO. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser*. 2000; 894: 1-25.
11. Vitolo MR. Avaliação Nutricional no Adulto. In: Vitolo MR. Nutrição: da gestação ao envelhecimento. 2º. ed. Rio de Janeiro: Rubio; 2008. p. 377-97.
12. ABESO. Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica. Diretrizes Brasileiras de Obesidade 2009/2010. 3.ed. São Paulo: AC Farmacêutica; 2009.
13. Santos RD, Gagliardi ACM, Xavier HT, Magnoni CD, Cassani R, Lottenberg AM, et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz sobre o consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular. *Arq Bras Cardiol*. 2013; 100(1Suppl.3): S1-40.
14. Malik S, Hussain SZ, Basit R, Idress N, Habib Aysha, Zaman M, et al. Demographic characteristics, presentations and treatment outcome of patients with prolactinoma. *J Ayub Med Coll Abbottabad*. 2014; 26(3): 269-74.
15. Doknic M, Pekic S, Zarkovic M, Medic-Stojanoska M, Dieguez C, Casanueva F, et al. Dopaminergic tone and obesity: an insight from prolactinomas treated with bromocriptine. *Eur J Endocrinol*. 2002; 147: 77-84.
16. VIGITEL. Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico. 2015. Available: <http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2015/abril/15/PPT-Vigitel2014.pdf>. Access April 2015.
17. Barbosa FR, Silva CM, Lima GA, Warszawski L, Domingues RC, Dominic M, et al. Prevalence of obstructive sleep apnea in patients with prolactinoma before and after treatment with dopamine agonists. *Pituitary*. 2014; 17(5): 441-9.
18. Assunção Alves Rodrigues LF, Rodrigues LFAA, Campos SM, Miranda PA, Bizzi MF, Salos do Amaral PH, et al. Prolactinoma: a condition associated with hypoadiponectinemia. *Horm Metab Res*. 2012; 44(11): 832-8.
19. Ciresi A, Amato MC, Guarnotta V, Lo Castro F, Giordano C. Higher doses of cabergoline further improve metabolic parameters in patients with prolactinoma regardless of the degree of reduction in prolactin levels. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2013; 79(6): 845-52.
20. Naliato EC, Violante AH, Caldas D, Lamounier Filho A, Loureiro CR, Fontes R, et al. Body fat in nonobese women with prolactinoma treated with dopamine agonists. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2007; 67(6): 845-52.
21. Berinder K, Nyström T, Höybye C, Hall K, Hulting AL. Insulin sensitivity and lipid profile in prolactinoma patients before and after normalization of prolactin by dopamine agonist therapy. *Pituitary*. 2011; 14(3): 199-207.
22. Jiang BX, Li CL, He DS, Mao ZG, Liu DH, Fan X, et al. Increased carotid intima media thickness is associated with prolactin levels in subjects with untreated prolactinoma: a pilot study. *Pituitary*. 2013; 17(3): 232-9.
23. Serri O, Li L, Mamputu JC, Beauchamp MC, Maingrette F, Renier G. The influences of hyperprolactinemia and obesity on cardiovascular risk markers: effects of cabergoline therapy. *Clin Endocrinol*. 2006; 64(4): 366-70.
24. Tuzcu A, Yalaki S, Arikian S, Gokalp D, Bahcec M, Tuzcu S. Evaluation of insulin sensitivity in hyperprolactinemic subjects by euglycemic hyperinsulinemic clamp technique. *Pituitary*. 2009; 12(4): 330-4.
25. Jiang XB, He DS, Mao ZG, Fan X, Lei N, Hu B, et al. BMI, apolipoprotein B/apolipoprotein A-I ratio, and insulin resistance in patients with prolactinomas: a pilot study in a Chinese cohort. *Tumour Biol*. 2013; 34(2): 1171-6.
26. Souza RA, Yokoo EM, Sichieri R, Pereira RA. Energy and macronutrient intakes in Brazil: results of the first nationwide individual dietary survey. *Public Health Nutr*. 2015; 24: 1-10.
27. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares. 2010. [Acesso em 10 nov 2014]. Available: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoadevida/pof/2008_2009_enca/pof_20082009_enca.pdf. Access Nov 2014.
28. Horvath JDC, Castro MLD, Kops N, Malinoski NK, Friedman R. Obesity coexists with malnutrition? adequacy of food consumption by severely obese patients to dietary reference intake recommendations. *Nutr Hosp*. 2014; 29(2): 292-299.
29. Lutonski JE, Van Den Broeck J, Harrington J, Shiely F, Perry JJ. Sociodemographic, lifestyle, mental health and dietary factors associated with direction of misreporting of energy intake. *Public Health Nutr*. 2011; 14(3): 532-41.
30. Marín-Guerrero AC, Gutiérrez-Fisac JL, Gualar-Castillón P, Banegas JR, Rodríguez-Artalejo F. Eating behaviours and obesity in the adult population of Spain. *Br J Nutr*. 2008; 100(5): 1142-8.
31. Muniz LC, Schneider BC, Silva ICM, Matijasevich A, Santos IS. Fatores de risco comportamentais acumulados para doenças cardiovasculares no sul do Brasil. *Rev. Saúde Pública*. 2012; 46(3): 534-42.
32. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável. Brasília: Ministério da Saúde; 2006.
33. Moreira RAM, Santos LC, Menezes MC, Lopes ACS. Eating behavior toward oil and fat consumption versus dietary fat intake. *Rev. Nutr*. 2014; 27(4): 447-457.
34. WHO. World Health Organization. Guideline: Sugars intake for adults and children. Geneva: World Health Organization, 2015. Available: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/149782/1/9789241549028_eng.pdf. Access May 2015.



Original/Obesidad

Nutritional status, diet and non-alcoholic fatty liver disease in elders

Clarissa Lima de Melo Portela¹, Helena Alves de Carvalho Sampaio², Maria Luísa Pereira de Melo³, Antônio Augusto Ferreira Carioca⁴, Francisco José Maia Pinto⁵ and Soraia Pinheiro Machado Arruda⁶

¹Universidade de Fortaleza, Nutricionista, Mestre em Saúde Pública, docente da curso de Nutrição da Universidade de Fortaleza (UNIFOR). ²Universidade Estadual do Ceará (UECE), Professora Emérita, Doutorado em Farmacologia. ³Universidade Estadual do Ceará (UECE), Doutora em Farmacologia, docente do curso de Nutrição. ⁴Universidade Estadual do Ceará, Nutricionista, Mestrando em Saúde Pública pela Universidade de São Paulo (USP). ⁵Universidade Estadual do Ceará (UECE), Estatístico, docente do curso de Mestrado em Saúde Pública. ⁶Universidade Estadual do Ceará (UECE), Doutora em Saúde Coletiva, docente do curso de Nutrição, Brazil.

Abstract

Objective: evaluate the inter-relations between non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) and dietary factors in a population of hypertensive elders.

Methods: 229 hypertensive elder patients were evaluated, from June to December 2009. All the patients that accepted to participate in the study signed a free consent term. An anthropometric evaluation was carried out and the body composition was evaluated. The diagnosis of NAFLD was determined by the American guidelines. The regular food intake was estimated through a 24 hour questionnaire.

Results: the weighted excess, by the body mass index and excess of abdominal fat, were associated with NAFLD ($p < 0.001$). An inverse profile was found with the diet variables.

Conclusion: the studied group presents a health risk situation, considering the nutritional status markers. The regular diet appeared to be inadequate, showing excess of sodium and low fiber and vegetables intake.

(Nutr Hosp. 2015;32:2038-2045)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9674

Key words: Non-alcoholic fatty liver disease. Dietary patterns. Elderly. Nutrition.

ESTADO NUTRICIONAL, DIETA Y ENFERMEDAD DEL HÍGADO GRASO NO ALCOHÓLICO EN ANCIANOS

Resumen

Objetivo: evaluar las interrelaciones entre enfermedad grasa no alcohólica del hígado (HGNA) y factores dietéticos en una población de ancianos hipertensos.

Métodos: 229 pacientes ancianos hipertensos fueron evaluados desde junio a diciembre del 2009. Todos los pacientes que aceptaron participar en el estudio firmaron un consentimiento libre e informado. Fueron realizadas evaluaciones antropométricas y de composición corporal. El diagnóstico de HGNA fue determinado por el American Guidelines. El consumo alimenticio regular fue estimado a través de una encuesta alimentaria de recordatorio de 24 horas.

Resultados: el exceso de peso, ponderado por el índice de masa corporal y el exceso de grasa abdominal, fueron asociados con HGNA ($p < 0,001$). Un perfil inverso fue encontrado con las variables dietéticas.

Conclusión: el grupo estudiado presentó una situación de riesgo para la salud, considerando los marcadores del estado nutricional. La dieta regular pareció ser inadecuada, mostrando exceso de sodio bajo consumo de fibras y vegetales.

(Nutr Hosp. 2015;32:2038-2045)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9674

Palabras clave: Enfermedad del hígado graso no alcohólico. Hábitos alimentarios. Ancianos. Nutrición.

Correspondence: Helena Alves de Carvalho Sampaio.
Av. Dr. Silas Munguba, 1700, Campus do Itaperi.
60.714.903 Fortaleza-CE Brasil.
E-mail: dr.hard2@gmail.com

Recibido: 23-VII-2015.
Aceptado: 17-VIII-2015.

Introduction

The nonalcoholic liver steatosis or nonalcoholic fatty liver disease (NAFLD) is characterized by the accumulation of fat in the hepatocytes in the absence of alcoholic intake. It includes the steatosis when there is only a fat infiltration, and the hepatic steatosis, which can be associated to fibrosis and evolve to liver cancer¹⁻⁷.

The NAFLD is commonly associated to obesity, hyperinsulinemia, peripheral insulin resistance, diabetes *mellitus*, dyslipidemias and high blood pressure. This liver disease is now considered the hepatic component of metabolic syndrome^{1-6,8}.

It is estimated that 20-30% of world's occidental population will have NAFLD⁹⁻¹². It occurs in both sex patients, of all ethnic groups and ages, even in children. It is more prevalent in hispanics and less prevalent between nonhispanic blacks. Some studies have shown that its prevalence is more common in men because they often have more visceral fat^{4,13}.

Another aggravating factor of this situation is age. In elders, the gradual lowering of the organism efficiency characterized by aging permits the developing of illnesses associated to the increasing of insulin resistance¹⁴. This is a relevant issue, considering the increasing elder population all around the world. According to the World Health Organization (WHO), in 2002, the 60 year old population or more was of 400 millions of people. In 2025, this number would increase to approximately 840 millions, representing a 70% growing, and Brazil would be the sixth country in elder population in the world¹⁵. Data from the Brazilian National Research Home Sample (PNAD), from 2001 to 2008, made by the Brazilian Geography and Statistics Institute (IBGE) shows that the elder population, defined as 60 year old individuals and older, in Brazil is of 21.040 people¹⁶.

Blood pressure also rises with age, being associated to high salt intake in diet, sedentary lifestyle, and obesity, strongly contributing to the increase of the number of elders with metabolic syndrome, specifically NAFLD¹⁷.

The liver biopsy is the most precise exam for diagnosis, classification and staging of this disease, but sample mistakes may occur because the tissue diagnosis represents only one fraction of the hepatic parenchyma^{1,3,4,13,18}.

Clinically, NAFLD is a silent disease. The symptoms, when present, are hardly related with the seriousness of the condition and may suggest other affections. The most common clinic findings are fatigue, right chest pain, hepatomegaly, obesity, *acanthosis nigricans*, among others⁴.

Some biochemical exams may be useful in the diagnosis, such as measuring out alanine-aminotransferase (ALT), aspartate-aminotransferase (AST), calculating the AST/ALT rate, also measuring out in blood gamma-glutamyl-transpeptidase (γ -GT), alkaline phosphatase,

prothrombin time, albumin and bilirubin. Nevertheless, the advanced liver disease may show normal or altered hepatic enzyme levels from 1.5 to 3 times over the reference limits^{1,4,19}.

Image exams such as ultrasound, computerized tomography and magnetic resonance also contribute in NAFLD diagnosis, but are not capable of classifying steatosis (non progressive type) from hepatic steatosis (the most harmful type)^{1,3,4,13,18}.

Therefore, in the daily clinic practice, the NAFLD has been made without type distinction.

An inter-relation between NAFLD and diet factors has been found, but there aren't definitive conclusions yet. There seems to be an association with high calorie intake²⁰, simple carbohydrates²¹, fat^{22,23} and animal proteins²⁴, in addition to a low fiber intake²⁵.

From this background, the objective of the present study was to evaluate the inter-relations between the nonalcoholic fatty liver disease and diet factors in a population of hypertensive elders attended by the Unified Health System (SUS).

Methods

229 elder patients attended in the High Blood Pressure Outpatients Clinic from a reference center located in Fortaleza city, capital of Ceará state, were evaluated. The data was collected from June to December 2009. To participate in this study, the patients must be registered in the service, be 60 years old or older, capable to walk and haven't had liver disease diagnosed before. The research was aligned within Brazilian legal parameters (196/1996 Resolution) from the National Health Council²⁶. This research was submitted to the Ethics Committee in Research and the data collection was begun after its approval. All the patients that accepted to participate in the study signed a free consent term.

An anthropometric evaluation was made, including weight and height measures as described in the Gouveia protocol²⁷. The weight was obtained by using the Filizola anthropometric digital scale with 180kg capacity and a 100g sensibility. The height was measured using a stadiometer coupled to the scale, with 1.92 capacity and 0.5cm sensibility.

The body mass index (BMI) was determined using the weight and height values, and the elders who presented ranges between 22 to 27 kg/m² were classified as eutrophic, as proposed by the Health Ministry²⁸, which has the support of Lipschitz²⁹.

The body fat was determined by bioelectric impedance analysis (BIA), using a bipolar Omron[®] equipment, which provides the body fat percentage by comparing sex, age, weight and height. The procedure to measure the body fat followed the producer manual. The fat body percentage presented by the BIA was compared with Lohman *et al.*³⁰, adopting as normal parameter a percentage $\leq 23\%$ for men and $\leq 35\%$ for women.

The waist circumference was measured to estimate the presence of abdominal fat, following the WHO protocol³¹ and the protocol of the Cardiology Brazilian Society³². Abdominal fat was considered elevated for the elders who presented values over 102 cm and 88 cm, for men and women respectively.

The liver sonogram was made in the Image Center of the same service, using the En Visor C ultrasound from Philips.

The regular dietary consumption was determined through three 24 hour diet recalls, including two non-consecutive days and one weekend day³³.

For the diagnosis of NAFLD, the American guideline³⁴ was considered and an ultrasound evaluation pointing out hepatic steatosis in the absence of alcohol (abstinence or no ethanol consumption during ≤ 20 -30g/day). In this document, it is not specified if there is any safe difference of alcohol consumption regarding sex, but considering that women have a lower limit than men, it was used 20g for women and 30g for men.

The hepatic steatosis was classified in three stages, defined as follows: low (mild and diffuse increase of the hepatic echogenicity, with normal view of diaphragm and the intra-hepatic vessel boards); moderate (moderated and diffuse increase of the hepatic echogenicity, with light difficulty of view of the diaphragm and the intra-hepatic vessels) and severe (hepatic echogenicity highly increased, low absorption in the back right lobe and difficulty or absence of view of the supra-hepatic and diaphragm vessels).

Results

Table I shows the prevalence of adiposity excess, based on the BMI, waist circumference and body fat indicators.

Considering the BMI, the prevalence of weighted excess was high in the studied group, without difference between sexes ($\chi^2 = 0.430$; $p = 0.512$). The accumulation of abdominal fat, estimated by an upper waist circumference, was high and more prevalent in female ($\chi^2 = 38.074$; $p < 0.001$). The average measure of men waist circumference was 99.1 (11.1) and in

women 94.9 (10.3). Regarding to the body fat percentage, there was a high prevalence of elevated values, without difference for sexes (p de Fisher = 0.459). The average percentage of fat was 32.8 (4.6)% in men and 42.3 (4.6)% in women.

Regarding the patients diet, table II shows the patient distribution by average ingestion, with standard deviation of calories, carbohydrates, proteins, lipids, saturated fat, cholesterol, sucrose, sodium, fibers and fruits and vegetables.

The presence of hepatic steatosis was found in 103 (45,0%) patients, being 21 (36,2%) men and 82 (48,0%) women. Table III shows the distribution of patients having hepatic steatosis when compared to the disease staging and sex ($p = 0,120$).

The presence of NAFLD was evaluated according to nutritional status (weighted excess, body fat and abdominal fat), as shown in table IV. Considering the low number of men in the sample studied, the data is shown without considering sex.

The same procedure of analysis was made considering the absence or presence of NAFLD and the dietary pattern (Table V). It was observed that there is no association between diet factors and the presence of NAFLD.

Discussion

It was observed that most of the patients presented weighted excess, according to the BMI categorized by Lipschitz²⁹, with worst situation among women. Even though there are specific recommended normal anthropometric parameters for elders, the way of using these is not unanimous. The results of this research coincide with Arns *et al.*³⁶ study, where most of the elders presented overweight (40.8%) and women presented more prevalence of overweight/obesity. In the Lima-Costa *et al.*³⁷ study, the prevalence of overweight in elders, considering BMI as ≥ 25 kg/m² was of 54.7% and comparing hypertensive elders and elders with normal blood pressure, it was found prevalence of weighted excess of 62.0% and 45.0% respectively. In another Brazilian study of Cotrim *et al.*³⁸, it was also found more prevalence of weighted excess evaluated

Table I
Adiposity excess prevalence among studied patients according to anthropometric indicator and sex. Fortaleza, 2009

Indicator*	Male (n = 58)		Female (n = 171)		Total (n = 229)	
	n	%	n	%	n	%
Body Mass Index ¹	29	50,0	94	55,0	123	53,7
Waist Circumference ²	19	32,8	132	77,2	151	65,9
Body fat ^{3a}	56	98,2	157	94,6	213	95,5

¹Categorized according to Lipschitz (1994); ²Categorized according to the World Health Organization (1998); ³Categorized according Lohman *et al.* (1997). *n=223 (in 6 patients it was not possible to measure the body fat).

Table II
Daily average intake (standard deviation) of different dietary components by the studied patients according to sex. Fortaleza, 2009

Dietary component	Average (standard deviation)		
	Male	Female	Total
Total caloric value (kcal)	1608,8 (374,0)	1233,5 (328,5)	1328,6 (377,0)
Carbohydrates (%) ^a	49,8 (9,1)	50,7 (8,4)	50,4 (8,6)
Proteins (%) ^a	19,5 (4,3)	19,2 (4,7)	19,3 (4,6)
Lipids (%) ^a	28,7 (7,8)	29,3 (7,2)	29,2 (7,4)
Saturated fat (%) ^a	7,4 (4,4)	6,9 (2,6)	7,1 (3,2)
Cholesterol (mg)	191,3 (90,2)	148,6 (101,6)	159,4 (100,4)
Sucrose (%) ^a	4,1 (5,8)	4,2 (4,7)	4,2 (4,9)
Sodium (g)	4,4 (2,5)	4,1 (2,5)	4,2 (2,5)
Fibers (g)	20,3 (8,2)	15,6 (5,8)	16,8 (6,8)
Fruits and vegetables (g)	227,2 (236,5)	219,8 (234,0)	221,7 (234,2)

^aPercentage according to the total caloric daily intake.

Table III
Distribution of the studied patients according to the staging of the hepatic steatosis and sex. Fortaleza, 2009

Hepatic steatosis staging *	Male		Female		Total	
	n	%	n	%	n	%
Low	16	76,2	63	76,8	79	76,7
Moderated	4	19,0	18	22,0	22	21,3
Severe	1	4,8	1	1,2	2	2,0
Total	21	100,0	82	100,0	103	100,0

*Categorized according to Wilson; Withers (2005); $\chi^2 = 2,415$; $p = 0,120$.

by BMI, carried out in the states of Rio Grande do Sul, Paraná, Pará, Paraíba, Pernambuco, Bahia, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais and the Federal District, with 1280 patients with an average age of 49.7 (13.6), where 44.7% of the patients presented obesity and 44.4% were overweighted.

Another study which coincides with this study's results is Kirovski *et al.*⁶, carried out in a university hospital in Germany, with 155 patients, with average age of 54.4 (17.7) and which compared the patients' BMI with and without NAFLD diagnosed by ultrasound. These authors observed a statistic difference ($p < 0.0001$) in the BMI averages, 28.7 (5.9) and 24.8 (3.6) in the patients with and without NAFLD respectively.

The Brazilian Families Budget Research – POF³⁹ established the profile of the nutritional status of Brazilian population during 2008 and 2009 and showed that the prevalence of overweight for people between 55 to 64 years, 65 to 74 years and from 75 years or more was of 60.7%, 56.2% and 48.6% respectively, thus, the population group described in this study coincides with the situation described for Brazilian elders.

Evaluating excess of abdominal fat, in the present study, the prevalence of high waist circumference values was increased, mainly in women 77.2%, and only 32.8% for men. In the SABE study (Health, Wellbeing and Aging), a population base research which has as objective the information collection about life and health conditions of different elder cohorts in seven countries of Latin America and the Caribbean, women also presented more accumulation of fat in abdominal region, but in less prevalence (50.0%) than the observed in this study⁴⁰.

An analysis of the percentage of body fat also showed high prevalence in men 98.2% and in women 94.6%, which could be explained by the reduction of lean body mass, bone tissue and total body water as age passes by⁴¹⁻⁴³. In the Bueno *et al.*⁴⁴ study, lower results were found, where 37.8% of the population presented increased body fat. The Krinski *et al.*⁴⁵ study evaluated the body fat percentage in hypertensive and sedentary elders before and after six months of exercise. The fat percentage before exercising was of 39.6% and at the end was of 37.3%, therefore lower

Table IV
Distribution of the studied group according to nutritional status and absence or presence of nonalcoholic fatty liver disease (NAFLD), with statistics analysis. Fortaleza, 2009

Nutritional status	Without NAFLD (n = 126)		With NAFLD (n = 103)		Statistical analysis
	n	%	n	%	
Weighted excess ²					
Yes (n = 123)	49	39,8	74	60,2	$\chi^2 = 24,76$ p < 0,001
No (n = 106)	77	72,6	29	27,4	
Body fat excess ³					p Fisher = 0,518
Yes (n = 213)	117	54,9	96	45,1	
No (n = 10)	7	70,0	3	30,0	
Abdominal fat excess ^a					
Yes (n = 151)	65	43,0	86	57,0	$\chi^2 = 25,69$ p < 0,001
No (n = 78)	61	78,2	17	21,8	

^a Abdominal fat excess diagnosed according to high waist circumference (WHO, 1998); ¹According to WHO (1998); ²According to Lipschitz (1994); ³n=223 (in 6 patients it was not possible to measure the body fat).

Table V
Distribution of the studied group according to dietary patterns and absence or presence of the nonalcoholic fatty liver disease (NAFLD), with statistical analysis. Fortaleza, 2009

Dietary pattern	Without NAFLD (n = 126)		With NAFLD (n = 103)		Statistical Analysis
	n	%	n	%	
Excessive ingestion					
Calories					
Yes (n = 17)	11	64,7	6	35,3	$\chi^2 = 0,70$ p = 0,404
No (n = 212)	115	54,2	97	45,8	
Sucrose					
Yes (n = 27)	12	44,4	15	55,6	$\chi^2 = 1,38$ p = 0,239
No (n = 202)	114	56,4	88	43,6	
Total fat					
Yes (n = 97)	47	48,5	50	51,5	$\chi^2 = 2,93$ p = 0,087
No (n = 132)	79	59,8	53	40,2	
Saturated fat					
Yes (n = 101)	52	51,5	49	48,5	$\chi^2 = 0,91$ p = 0,339
No (n = 128)	74	57,8	54	42,2	
Cholesterol					
Yes (n = 58)	29	50,0	29	50,0	$\chi^2 = 0,79$ p = 0,374
No (n = 171)	97	56,7	74	43,3	
Sodium					
Yes (n = 175)	94	53,7	81	46,3	$\chi^2 = 0,51$ p = 0,474
No (n = 54)	32	59,3	22	40,7	
Reduced ingestion					
Fibers				44,4	
Yes (n = 169)	94	55,6	75	46,7	$\chi^2 = 0,09$ p = 0,759
No (n = 60)	32	53,3	28		
Fruits and vegetables					
Yes (n = 199)	111	55,8	88	44,2	$\chi^2 = 0,35$ p = 0,553
No (n = 30)	15	50,0	15	50,0	

levels than the ones observed in this research. Bipolar bioelectric impedance analysis was used to measure body fat in the present study and in Bueno *et al.*⁴⁴, but in Kriniski *et al.*⁴⁵ skinfold test was used. It's important to remind that the methods of evaluating body fat suffer some variances, facilitating overestimation or underestimation⁴⁶.

The nutritional status findings concerns, because it shows a high weighted excess and body fat, with accumulation of abdominal fat, which are risk factors for a complicated aging, contributing to the emerging of CNCs, such as dyslipidemias, heart diseases, type 2 diabetes *mellitus* and high blood pressure. Nevertheless, it is important to be careful when interpreting the data in elders, due to many types of studies associating risks are related to adults^{37,40}.

Regarding the dietary pattern found in the population studied, it was observed that a mild majority of elders presented an adequate average consumption of calories (50.2%). Considering the percentages of energetic contribution of carbohydrates, proteins and lipids that were 50.4%, 19.3% and 29.2% respectively and comparing such distribution with the dietary pattern of Brazilian population evidenced by POF 2008-2009³⁹, that presented 59.0%, 12.0% and 29.0% respectively for carbohydrates, proteins and lipids, it could be observed a similarity in the lipids percentage, but a difference for carbohydrates and proteins, characterizing the study patients' diet as high sucrose, high protein and normal lipids. The same classification is maintained when considering sex.

The average intakes of fiber, fruits and vegetables were low, (16.8g for fiber and 221.7g for fruits and vegetables), according to the Brazilian Dietary Guide⁴⁷ which is respectively 25g and 400g per day, which are equivalent to three portions of fruit and three portions of vegetables. In the Lopes *et al.*⁴⁸ study, in which they evaluated the dietary consumption in elders and adults, the average consumption of fibers was 9.3g per day.

Zelber-Sagi *et al.*¹² refer that the regular diet of NAFLD patients is associated with an unhealthy dietary pattern, similar to the occidental dietary pattern, which is characterized by the elevated consumption of fructose, sweet beverages, meat, saturated fat and cholesterol and low consumption of fibers, fish, Omega 3, poli unsaturated fat and some vitamins, which could indicate an undertake of vegetables. Some of these inadequacies were not found in the patients evaluated in this study, but some were as shown before.

It is important to point out the elevated sodium intake, with a daily average of 4.2g; higher than the patterns of the Brazilian Dietary Guide⁴⁷, which establishes 2.4g/day. This high sodium intake was also found in national studies carried out with this age range and also with other age ranges^{37,49,50}. Nevertheless, this is an important finding in the age range evaluated, considering this is a hypertensive population, which could increase the risk of complications associated to this disease.

The prevalence of NAFLD in this study was high (45.0%), being lower in men, 36.2% than in women, 48.0%, comparing with the occidental prevalence, which is around 20-30% of the population^{9,10}. Salgado Jr *et al.*⁴ and Younossi¹³ refer that NAFLD is more common in men, due to the higher quantity of visceral fat, opposite results to what was found in the present study. NAFLD prevalence data in elder studies are few, which reduces the possibilities of comparison of the study.

The weighted excess, such as abdominal fat in excess, defined by the waist circumference increased³¹, was associated to NAFLD. This findings point out the importance of considering anthropometric markers to assume prevention procedures or to improve or controlling NAFLD.

The apparent higher prevalence of NAFLD among women could occur due to the fact of abdominal fat accumulation being higher in this sex, nevertheless, there wasn't statistical difference among men and women evaluated considering NAFLD.

The Karnikowski *et al.*⁵¹ study, with 55 year old individuals and more, detected 35.2% NAFLD prevalence. The waist circumference was present in 38.1% of the patients, having also considered that the excess of abdominal fat is an underlying factor for NAFLD. In the Zelber-Sagi *et al.*¹² study, a positive association between BMI and NAFLD was found; the NAFLD patients had, in average, BMI of 30.2 kg/m², while in patients without NAFLD, the average BMI was 25.8 kg/m². The Jeong *et al.*⁵² study showed a strong association between the increasing of visceral fat with NAFLD and metabolic syndrome.

Regarding the inter-relations between dietary pattern and NAFLD, an unexpected result was the apparent protector role of the excessive calories intake, but it didn't have statistic significance, which would be opposite to all the literature consulted. This fact could be explained due to having a short number of patients with excessive calories ingestion and, at the same time, a high prevalence of NAFLD, which generated a false association. The methodological limitations of the 24 hour dietary recall are also to be considered, which, even being the most adequate among the available, could allow underestimation of the real dietary consumption, because it is a method that depends of the memory of the interviewed and his/her ability to estimate the size of the portions and the interviewer capacity to establish communication channels³³.

There wasn't any dietary factor associated with NAFLD in the studied group, which aligns with the literature controversies, because, till now, it wasn't possible to establish a definitive association between any dietary component and the appearing of the disease.

It is also possible that the orientations received about some dietary components may have influenced in the dietary pattern, because there is an interdisciplinary health care in the service.

In the other hand, the detection of such a high prevalence of hepatic steatosis points out the importance

of including this evaluation in the routine care of these hypertensive and elder patients due to literature also demonstrating an important prevalence of NAFLD among them, and the study also confirms this reality. This becomes more relevant when considering that these patients already present risk factors, which's association with the disease is pointed out in the literature and confirmed in this study with the weighted excess and abdominal adipositis.

Conclusion

The evaluated group presents a health risk situation considering the indicators of the nutritional status. The regular diet appeared to be inadequate, presenting sodium excess intake and low fiber, fruits and vegetables intake.

The prevalence of the nonalcoholic fatty liver disease was high and superior to other occidental data. This was associated to the weighted excess and abdominal fat, but not to the dietary patterns. It is recommended that the research of this disease could be included in the regular activities of health services for elder population.

References

- Cruz T, Cotrim HP, Paraná R, Pereira JE, Mello V. O Fígado e a Síndrome Metabólica. In: Godoy-Matos AF de. Síndrome Metabólica. 1 ed. São Paulo: Atheneu. 2005: 259-276.
- López-Díéguez Puerta M, Casal Esteban V, Barbado Hernández F, Gil Guerrero L, Rodríguez Molinero M, Larrauri J, et al., editors. Esteatohepatitis no alcohólica: el enigma de una mala evolución. 2005: SciELO Espana.
- Araya J, Rodrigo R, Videla LA, Thielemann L, Orellana M, Pettinelli P, et al. Increase in long-chain polyunsaturated fatty acid n-6/n-3 ratio in relation to hepatic steatosis in patients with non-alcoholic fatty liver disease. *Clinical Science*. 2004; 106(6): 635-43.
- Salgado Jr W, Santos JS, Sankarankutty AK, Silva OC. Non-alcoholic fatty liver disease and obesity. *Acta Cirúrgica Brasileira*. 2006; 21(1).
- Tan HH, Chang JPE. Non-alcoholic fatty liver disease. *Proceedings of Singapore Healthcare*, 2010: 19(1).
- Kirovski G, Schacherer D, Wobser H, Huber H, Niessen C, Beer C, et al. Prevalence of ultrasound-diagnosed non-alcoholic fatty liver disease in a hospital cohort and its association with anthropometric, biochemical and sonographic characteristics. *International journal of clinical and experimental medicine*. 2010; 3(3): 202.
- Vernon G, Baranova A, Younossi Z. Systematic review: the epidemiology and natural history of non-alcoholic fatty liver disease and non-alcoholic steatohepatitis in adults. *Alimentary pharmacology & therapeutics*. 2011; 34(3): 274-285.
- Lê KA, Bortolotti M. Role of dietary carbohydrates and macronutrients in the pathogenesis of nonalcoholic fatty liver disease. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*. 2008; 11(4): 477.
- Harrison SA, Day CP. Benefits of lifestyle modification in NAFLD. *Gut*. 2007; 56(12): 1760-9.
- de Alwis NMW, Day CP. Non-alcoholic fatty liver disease: the mist gradually clears. *Journal of Hepatology*. 2008; 48: S104-S12.
- Bellentani S, Scaglioni F, Marino M, Bedogni G. Epidemiology of non-alcoholic fatty liver disease. *Digestive Diseases*. 2010; 28(1): 155-61.
- Zelber-Sagi S, Ratzin V, Oren R. Nutrition and physical activity in NAFLD: An overview of the epidemiological evidence. *World journal of gastroenterology: WJG*. 2011; 17(29): 3377.
- Younossi Z. Review article: current management of non-alcoholic fatty liver disease and non-alcoholic steatohepatitis. *Alimentary pharmacology & therapeutics*. 2008; 28(1): 2-12.
- Leite C, fernandes MG. Síndrome metabólica em idosos: explorando tendências atuais. Disponível em: <http://www.portaldoenvelhecimento.net/artigos/artigo1710.htm>. Acesso em: 10 de outubro de 2006.
- Who/Opas – World Health Organization. Organização Pan Americana da Saúde Envelhecimento ativo: uma política de saúde. Tradução: Suzana Gontijo. Brasília: Organização Pan Americana da Saúde, p. 1-62, 2005.
- Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD 2001 – 2008; Brasil, 2008a. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/pnad/default.asp/>. Acesso em: 2. Fev. 2010.
- Najas M, Pereira FAI, Nutrição. In: Freitas EV, Py L, Meri AL, Cançado FAX, Gorzoni ML, Rocha SM. Tratado de Geriatria e Gerontologia. 1 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 838-845, 2002.
- Araya AV, Valera JM, Contreras B J, Csendes J A, Díaz JC, Burdiles P P, et al. Alteraciones de la tolerancia a la glucosa y frecuencia de síndrome metabólico en pacientes con enfermedad por hígado graso no alcohólico. *Revista médica de Chile*. 2006; 134(9): 1092-8.
- Zamin I, Mattos AA, Perin C, Ramos GZ. A importância do índice AST/ALT no diagnóstico da esteatohepatite não-alcoólica. *Arq Gastroenterol*. 2002; 39(1): 22-6.
- Capristo E, Miele L, Forgione A, Vero V, Farnetti S, Mingrone G, et al. Nutritional aspects in patients with non-alcoholic steatohepatitis (NASH). *European review for medical and pharmacological sciences*. 2005; 9(5): 265.
- Le KA, Faeh D, Kreis R, Effect of a 6-day high fructose diet on insulin sensitivity and ectopic lipids in offspring of type 2 diabetic patients. *Diabetes and Vascular Disease Research*. 2007: 4.
- Alessi MC, Bastelica D, Mavri A, Morange P, Berthet B, Grino M, et al. Plasma PAI-1 levels are more strongly related to liver steatosis than to adipose tissue accumulation. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*. 2003; 23(7): 1262-8.
- Meugnier E, Bossu C, Oliel M, Jeanne S, Michaut A, Sothier M, et al. Changes in Gene Expression in Skeletal Muscle in Response to Fat Overfeeding in Lean Men & &ast. *Obesity*. 2007; 15(11): 2583-94.
- Zelber-Sagi S, Nitzan-Kaluski D, Goldsmith R, Webb M, Blendis L, Halpern Z, et al. Long term nutritional intake and the risk for non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD): a population based study. *Journal of Hepatology*. 2007; 47(5): 711-7.
- Musso G, Gambino R, De Micheli F, Cassader M, Rizzetto M, Durazzo M, et al. Dietary habits and their relations to insulin resistance and postprandial lipemia in nonalcoholic steatohepatitis. *Hepatology*. 2003; 37(4): 909-16.
- Brasil. Conselho Nacional de Saúde. Resolução CNS nº 196/96 – Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisas Envolvendo Seres Humanos. Diário Oficial da União. 1996: 21082-5.
- Gouveia ELC. Diagnóstico do estado nutricional da população. In: Chaves N. Nutrição básica e aplicada. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1978: 245-271.
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento De Atenção Básica. Envelhecimento e saúde da pessoa idosa. Brasília: Ministério da Saúde. 2006: 192.
- Lipschitz DA. Screening for nutritional status in the elderly. *Primary care*. 1994; 21(1): 55.
- Lobman TG, Houtkooper L, Going SB. Body fat measurement goes high-tech: not all are created equal. *ACSM's Health & Fitness Journal*. 1997; 1(1): 30.
- WHO - World Health Organization. Obesity Preventing and Managing the Global Epidemic. Geneva, World Health Organization, 276 p., 1998.
- Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz Brasileira de Diagnóstico e Tratamento da Síndrome Metabólica. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2005: 84(1): 1-27.

33. Fisberg RM, Martini LA, Slater B. Métodos de inquéritos alimentares. In: Fisberg RM, Slater B, Marchioni DML, Martini LA. Inquéritos Alimentares: métodos e bases científicas. 1 ed. São Paulo: Manole. 2005: 1-31.
34. American Gastroenterology Association, Medical Position Statement: Nonalcoholic fatty liver disease. *Gastroenterology*. 2002; 123: 1702-1704.
35. Wilson, SR, Withers, CE. O Fígado. In: Rumack CM, Wilson SR, Charboneau JW. Tratado de Ultrassonografia Diagnóstica. 3 ed. Rio de Janeiro: Elsevier. 2005: 79-145.
36. Arns BM, Moretti M, Moretti MP, Sakae TM, Bonatteli TH, Corrêa A, *et al*. Prevalência dos fatores de risco cardiovasculares nos pacientes atendidos no ambulatório de geriatria da UNESC. *Arquivos Catarinenses de Medicina*. 2009; 38(1).
37. Lima-Costa MFFL, Peixoto SV, César CC, Malta DC, Moura EC. Comportamentos em saúde entre idosos hipertensos, Brasil, 2006. *Revista de Saúde Pública*. 2009; 43(suppl 2): 18-26.
38. Cotrim HP, Parise ER, Oliveira C, Leite N, Martinelli A, Galizzi J, *et al*. Nonalcoholic fatty liver disease in Brazil. Clinical and histological profile. *Ann Hepatol*. 2011; 10(1): 33-7.
39. Brasil. Ministério da Saúde. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil. Rio de Janeiro, 2010.
40. Marucci MFN, Barbosa AR. Estado nutricional e capacidade física. In: Lebrão ML, Duarte YAO. SABE – Saúde, bem-estar e envelhecimento – O projeto SABE no município de São Paulo: uma abordagem inicial. 1 ed. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, p. 93-117, 2003.
41. Anjos LA. Índice de massa corporal (massa corporal, estatura-2) como indicador do estado nutricional de adultos: revisão da literatura. *Rev Saúde Pública*. 1992; 26(6): 431-6.
42. Bedogni G, Pietrobelli A, Heymsfield SB, Borghi A, Manzieri AM, Morini P, *et al*. Is body mass index a measure of adiposity in elderly women? *Obesity*. 2001; 9(1): 17-20.
43. Cordeiro R, Moreira E. Avaliação nutricional subjetiva global do idoso hospitalizado. *Rev Bras Nutr Clin*. 2003; 18(3): 106-12.
44. Bueno JM, Martino HSD, Fernandes MFS, Costa LS, Silva RR. Avaliação nutricional e prevalência de doenças crônicas não transmissíveis em idosos pertencentes a um programa assistencial. *Ciênc Saúde Coletiva*. 2008; 13(4): 1237-46.
45. Krinski K, Elsangedy HM, Nardo Junior N, Soares IA. Efeito do exercício aeróbio e resistido no perfil antropométrico e respostas cardiovasculares de idosos portadores de hipertensão; Aerobic exercise and resistance effect on the anthropometric profile and cardiovascular responses in elderly people with high blood pressure. *Acta sci, Health sci*. 2006; 28(1).
46. Hammond KA. Avaliação dietética e clínica. In: Mahan LK, Escott-Stump S. Alimentos, nutrição e dietoterapia. 11ªed. São Paulo: Rocca. 2005: 391-481.
47. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Básica à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Coordenação Geral da Política de Alimentação e Nutrição. Guia Alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável. Brasília: Ministério da Saúde. 2006: 210.
48. Souza LAC, Teixeira CW, Rosely S, Aparecida MS, Fernanda LCM. Consumo de nutrientes em adultos e idosos em estudo de base populacional: Projeto Bambuí. *Cadernos de Saúde Pública*. 2005; 21.
49. Molina MCB, Cunha RS, Herkenhoff LF, Mill JG. Hipertensão arterial e consumo de sal em população urbana. *Rev Saúde Pública*. 2003; 37(6): 743-50.
50. Cotta RMM, Batista KCS, Reis RS, Souza GA, Dias G, Castro FAF, *et al*. Perfil socio sanitário e estilo de vida de hipertensos e/ou diabéticos, usuários do Programa de Saúde da Família no município de Teixeira, MG. *Ciênc Saúde Coletiva*. 2009; 14(4): 1251-60.
51. Karnikowski M, Córdova C, Oliveira RJ, Karnikowski MGO, Nóbrega OT. Non-alcoholic fatty liver disease and metabolic syndrome in Brazilian middle-aged and older adults. *Sao Paulo Medical Journal*. 2007; 125(6): 333-7.
52. Jeong SK, Kim YK, Park JW, Shin YJ, Kim DS. Impact of visceral fat on the metabolic syndrome and nonalcoholic fatty liver disease. *Journal of Korean medical science*. 2008; 23(5): 789.



Original/*Obesidad*

Exactitud de los parámetros antropométricos como indicadores de adiposidad visceral previstos para ecuación bidimensional

Andréia Lira Santos¹, Cristiane Maria Araújo Tavares de Sá², Daniel Calado Brito³, Camila Lourenço Batista¹, Meury Kéttelyn Maior Evangelista da Costa¹, Kamilla Brianne Araújo Gomes de Lima¹, Jaqueline Magalhães Souza¹ e Irya Laryssa Tenório Ramos¹

¹Hospital Universitário Oswaldo Cruz. Rua Arnóbio Marques S/N, Recife, PE. ²Pronto Socorro Cardiológico Universitário de Pernambuco. Rua dos Palmares S/N, Recife-PE. ³Universidade de Pernambuco. Av. Agamenon Magalhães, s/n - Sto. Amaro - Recife - PE, Brasil.

Resumen

Introducción: los indicadores antropométricos son fáciles de aplicar y pueden ayudar en la identificación de la acumulación de grasa visceral, lo que favorece la aparición de eventos cardiovasculares, así como, el aumento de la morbilidad y mortalidad por enfermedades crónicas.

Objetivo: evaluar la exactitud de los indicadores antropométricos de distribución de la grasa abdominal para determinar la adiposidad visceral.

Sujetos/Métodos: estudio transversal realizado con pacientes ambulatorios, de ambos sexos, mayores de 20 años. Fueron evaluados: circunferencia de la cintura (CC); relación cintura-cadera (WHR); cintura-altura (CER); índice Taper (CI); diámetro abdominal sagital (DAS); (DC) de diámetro coronal; índice de masa corporal (IMC); porcentaje de grasa corporal (% GC); adiposidad visceral (AV/AS) predicha por la fórmula; glucosa en sangre en ayunas; colesterol total (TC); lipoproteína de baja densidad (LDL); lipoproteína de alta densidad (HDL); lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) y triglicéridos (TG).

Resultados: se evaluaron 129 pacientes, edad media 51,06 ± 14,02 años y una mayor prevalencia de adultos (72,9%) y mujeres (75,2%). CC 102,9 (+ 10,82), HF 2,08 (± 0,13) y AV/AS 1,03 (+ 0,16), mostraron valores altos con significación estadística entre los hombres, $p < 0,001$. Lo mismo ocurrió con la CT (+ 46,4 212,41), HDL (50,15 + 13,24) y LDL (135,62 + 40,16) entre las mujeres, $p < 0,05$. DC, RCE, DAS y DC mostraron una correlación inversa y significativa con la AV/AS: $r = -0,364$; $-0,457$; $-0,403$; $-0,296$; $-0,475$, respectivamente, $p < 0,001$. Sin embargo, que mejor explicó la varianza de la obesidad visceral fueron el DC ($R^2 = 0,77$), CQ ($R^2 = 0,64$) y RCE ($R^2 = 0,59$).

ACCURACY PARAMETERS AS INDICATORS OF ANTHROPOMETRIC ADIPOSITY VISCERAL SCHEDULED FOR TWO-DIMENSIONAL EQUATION

Abstract

Introduction: anthropometric indicators are easy to apply and can help identify the accumulation of visceral fat, which favors the occurrence of cardiovascular events, increasing morbidity and mortality from chronic degenerative diseases.

Objective: to evaluate the accuracy of anthropometric indicators for the location of abdominal fat in determining visceral adiposity.

Subjects/Methods: cross-sectional study conducted among patients attending outpatient, of both sexes, aged over 20 years. Evaluated: Waist Circumference (WC), Waist-Hip Ratio (WHR), waist-to-stature ratio (CER), conicity index (CI); Sagittal Abdominal Diameter (DAS); Coronal Diameter (DC); Mass Index (BMI), percentage of body fat (% BF); Visceral Adiposity (AV/AS) predicted by the formula, fasting glucose, total cholesterol (TC), Low Density Lipoprotein (LDL), high density lipoprotein (HDL), Very Low Density lipoprotein (VLDL) and Triglycerides (TG).

Results: 129 patients were included, mean age 51,06 ± 14.02 years and a higher prevalence of adults (72.9%) and female (75.2%). CC 102.9 (+ 10.82), CI 2.08 (+ 0.13), and the AV/AS 1.03 (+ 0.16), showed high values with statistical significance among men, $p < 0.001$. The same occurred with the CT (212.41 + 46.4), HDL (50.15 + 13.24) and LDL (135.62 + 40.16) among women, $p < 0.05$. The CC, RCE, DAS and DC showed an inverse and significant correlation with the AV/AS: $r = -0.364$; -0.457 ; -0.403 ; -0.296 ; -0.475 , respectively, $p < 0.001$. However, best explained the variance in visceral obesity were the DC ($R^2 = 0.77$), CQ ($R^2 = 0.64$) and CERs ($R^2 = 0.59$).

Correspondencia: Andréia Lira Santos.

Rua Bezerra, 12, CEP: 53630-805, Cruz de Rebouças, Igarassu-PE.

E-mail: alsantoslira@gmail.com.

Recibido: 25-VII-2015.

Aceptado: 17-VIII-2015.

Discusión/Conclusión: la DC y el CER fueron los mejores predictores para las mediciones antropométricas de la obesidad visceral.

(Nutr Hosp. 2015;32:2046-2053)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9685

Palabras clave: *Obesidad visceral. Indicadores antropométricos. Sobrepeso.*

Introducción

La obesidad es una enfermedad universal de prevalencia creciente que ha ido ganando proporciones alarmantes, incluso en los países que, paradójicamente, aún sufren los efectos del hambre y la desnutrición crónica¹. Los estudios han demostrado ampliamente que el aumento de la morbilidad y mortalidad por enfermedades crónicas asociadas con el sobrepeso, especialmente el depósito de grasa abdominal^{2,3}, favoreciendo la aparición de eventos cardiovasculares, en particular los eventos coronarios⁴.

Las técnicas de imagen, como la resonancia magnética (RM) o tomografía computarizada (TC) pueden garantizar la cuantificación exacta de los compartimentos de grasa abdominal, pero sus altos costos y la complejidad que los hace no aptos en la práctica clínica o en los estudios de gran escala^{4,5}.

Aunque diversas mediciones antropométricas se han validado como indicadores compartimientos de grasa visceral o subcutánea, la ausencia de parámetros individuales hacen las medidas relacionadas tanto con compartimentos teciduais⁵. Por otra parte, se ha sugerido que las variables dimensionales no es completa modelos bidimensionales para estimar parámetros tales como áreas de sección transversal de grasa, que fueron descritos como elipses en vez de círculos, incluso en individuos obesos⁶.

Dada la asociación entre el exceso de grasa en la región central del cuerpo, especialmente la obesidad visceral, con el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, síndrome metabólico, la definición o ambos indicadores antropométricos que mejor se correlacionan específicamente con la adiposidad visceral es importante para falta de estudios y su simplicidad operacional. Además, permite la detección de individuos en riesgo, siendo muy útil en los servicios de salud y la práctica clínica, y permitir el conocimiento de la situación de grupos específicos de la población frente a estos riesgos, cuando se utiliza en la investigación epidemiológica.

Así, este estudio tuvo como objetivo evaluar la exactitud de los indicadores antropométricos de localización de grasa, como la circunferencia de la cintura (CC), la relación cintura-cadera (WHR), cintura-altura (RCE), diámetro abdominal sagital (DAS), diámetro coronal (DC) y el índice de conicidad (CI) para determinar la grasa visceral medido por la ecuación predictiva.

Discusión/Conclusion: the DC and CERs were the best predictors anthropometric measures of visceral obesity.

(Nutr Hosp. 2015;32:2046-2053)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9685

Key words: *Visceral obesity. Anthropometric indicators. Overweight.*

Métodos

Sujetos

Se trata de un estudio transversal donde se evaluaron los pacientes tratados en la Clínica General del Hospital Universitario Oswaldo Cruz en Recife, en el período de abril a octubre de 2013, de ambos sexos, edad mayor de 20 años, o sin diagnóstico de las enfermedades crónicas (diabetes, dislipidemia, hipertensión, obesidad, enfermedad de las arterias coronarias), referido por diversas especialidades médicas.

Se excluyeron aquellos individuos que, durante el servicio, mostraban signos de edema, ascitis o anasarca, pacientes en tratamiento con esteroides durante tres meses o más o Terapia Anti-Retro viral (ART), las mujeres embarazadas, las personas con discapacidad a permanecer de pie, la un IMC de peso inferior al normal y aquellos con hepatomegalia o esplenomegalia.

Evaluación Antropométrica

La evaluación antropométrica se llevó a cabo por un solo evaluador e incluyó peso, talla, IMC, CC, RCC, ICE, IC, DAS, DC, 4 pliegues cutáneos, los pliegues cutáneos de bíceps (PCB), el espesor del pliegue cutáneo del tríceps (PCT), por encima de los pliegues cutáneos -ilíaca (PCSI) y pliegues cutáneos sub-escapular (SBB), y el porcentaje de grasa corporal (% GC). Los círculos se hicieron con las personas en la posición de pie, vistiendo únicamente ropa interior, abdomen relajados, los brazos extendidos a los lados y los pies juntos.

En el momento de la consulta se administró el cuestionario compuesto por encuesta nutricional donde se registraron las mediciones antropométricas y sociodemográficas y de comportamiento, que fueron recogidos en la edad, sexo, estado civil, ingresos, educación y estilo de vida (consumo de alcohol, el tabaquismo y la inactividad física). Además, también se recogieron los niveles séricos de TC, HDL, LDL, triglicéridos y glucosa en ayunas.

El CC se midió con una cinta métrica no extensible en el punto medio entre la última costilla y la cresta ilíaca y la lectura a cabo en el momento del vencimiento. La obesidad abdominal según la DC se determinó a partir de los puntos de los recortes aprobados por la OMS (1998)⁷. Para el ICE, la relación entre la CC y

la altura en cm, se adoptaron los puntos de corte del estudio brasileño de Pitanga y Lessa⁸.

El RCC se determinó a partir de la relación entre WC y circunferencia de la cadera (HC), con puntos de corte >1 para los hombres y <0,85 para las mujeres consideradas abdominal indicativa obesos¹. Dado que la IC se determinó mediante las mediciones de peso, altura y circunferencia de la cintura utilizando la siguiente ecuación matemática:

El rango teórico de la IC es 1,00 a 1,73, a partir de un cilindro perfecto para un cono perfecto⁹.

Índice de Conicidad

El rango teórico de la IC es 1,00 a 1,73, a partir de un cilindro perfecto para un cono perfecto⁹.

La obesidad fue clasificado por el IMC y sus respectivos puntos de corte recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS)¹⁰ como adultos y la Organización Panamericana de la Salud (OPS)¹¹ cuando ancianos.

El pliegue cutáneo del tríceps, bíceps, subescapular, suprailíaco se obtuvieron de acuerdo con la estandarización de Lohman *et al.*¹² utilizando esta medición tipo Cescorf[®] científica pinza con unidad de medición de 1 mm y una resolución de 0,5 mm. Con estos cuatro valores, el porcentaje de grasa corporal total se obtuvo a través de la ecuación de predicción propuesto por Durnin y Womersley¹³.

Para se aplicó la medición de la obesidad visceral ecuación propuesto y validado por Garaulet *et al.*⁶: área visceral / subcutánea área = $0.868 + 0.064 \times \text{diámetro sagital abdominal (en cm)}$ - se obtuvieron 0.022 x tríceps espesor del pliegue cutáneo (en mm PCT) 6. El DAS y la DC - $0.036 \times \text{diámetro coronal (DC en cm)}$ de acuerdo con la normalización propuesto por Sampaio *et al.*¹⁴ y Garaulet *et al.*⁶, respectivamente.

La ecuación desarrollada por Garaulet *et al.*⁶ usando clásica relación de área visceral (VA) de la zona subcutánea (SA), el nivel del cordón umbilical, tiene la ventaja de variables de medición tales como dos áreas de sección transversal dimensionales⁵. Se validada en individuos con sobrepeso y obesidad que se sometió TC y la antropometría y se estableció un punto de corte en 0,42 nivel⁶.

La DC, DAS y PCT se revelaron como contribuyentes fuertes y significativas a la varianza explicada VA/SA obtenida por TC a través del análisis de regresión múltiple. Esta ecuación fue más preciso que los modelos anteriores, como el modelo circular, elíptica utilizando el modelo diferente de la piel abdominal y la espalda se pliega, y aún más que la clasificación de la obesidad visceral clásica propuesto por Tarui *et al.*^{5,6}.

Evaluación Metabólico

Los valores de glucosa y lípidos en fracciones de plasma se obtuvieron de grabar notas médicas o pidie-

ron su fuerza en la primera consulta. El CT, C-HDL y LDL-C fueron medidos por el método colorimétrico enzimático con sensibilidad homogénea 0,009 mmol/L (0,3 mg/d/L) 0,004 mmol/l (1,55 mg/dl) y 0,10 mmol/G (3,87 mg/L), respectivamente, utilizando el aparato COBAS Integra Plus 400. El triglicérido (TG) se determinó por el método enzimático calorímetro (GPO / PAP) con fosfato oxidasa glicerol y 4-aminofenazona y la sensibilidad de 0,04 mmol / L (3,5 mg/d/L).

El ayuno de glucosa en sangre se determinó por el método de referencia enzimática con hexoquinasa y la sensibilidad de 3,5 mmol/L (63 mg/d/L). Para que los resultados del perfil de lípidos fueron interpretados de acuerdo con las IV Directrices sobre Dislipidemia y Prevención de la Aterosclerosis¹⁵, glucosa en sangre se clasifica de acuerdo con las directrices de la Sociedad Brasileña de Diabetes¹⁶.

Análisis Estadístico

Análisis exploratorio de datos se llevó a cabo (con exclusión de los valores atípicos). Las variables continuas fueron probados para la distribución normal, la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Los datos de la distribución normal de las variables se expresaron como media y desviación estándar, las variables con distribución no gaussiana se presentaron como medianas y rangos intercuartil del respectivo.

La correlación lineal de Pearson se utilizó para evaluar la medición antropométrica que mejor se correlaciona con la grasa visceral estimado por la fórmula de predicción. El análisis estadístico se realizó con la ayuda del paquete estadístico para las Ciencias Sociales - SPSS versión 13.0.

Consideraciones Éticas

El protocolo de investigación fue guiada por las normas éticas para la investigación con seres humanos contenidos en la Resolución 196/96 del Consejo Nacional de Salud, y aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Pernambuco (UPE) con el número 246 657.

Resultados

De los 161 pacientes atendidos en período de estudio ambulatorio, 32 fueron excluidos para evitar interferencias en las correlaciones, 9 por ser hinchado, 7 por estar en uso de corticosteroides durante más de tres meses, 12 para la presentación de la delgadez de acuerdo con el IMC y el 4 por la dificultad permanecer de pie. Por lo tanto, la población de estudio consistió en 129 individuos de los cuales 97 (75,2%) eran mujeres. La tabla I muestra el perfil demográfico de la muestra y el estilo de vida. Se observó que el consumo

Tabla I
Distribución de datos demográficos, socioeconómicos y de estilo de vida de los individuos atendidos ambulatoriamente en el Hospital Universitario Oswaldo Cruz entre abril y octubre de 2013

Variable	N = 129	
	ℒ	%
Sexo		
Femenino	97	75,2
Masculino	32	24,8
Clasificación por Edades		
Adultos	94	72,9
Personas mayores	35	27,1
Estado Civil		
Casado	74	57,4
Soltero	28	21,7
Divorciado	10	7,8
Viudo	17	13,2
Educación		
Analfabeto	2	1,6
Fundamental	55	42,6
Medio	59	45,7
Superior	13	10,1
Renta Familiar		
< 1 SM	7	5,4
1 a 2 SM	104	80,6
3 a 6 SM	11	8,5
> 6 SM	7	5,4
Actividad Física		
Sedentario	105	81,4
Intermedio	10	7,8
Activo	14	10,9
Alcoholismo		
Positivo	22	17,1
Negativo	107	82,9
Tabaquismo		
Fumador	5	3,9
Ex-Fumador	9	7
No Fumador	115	89,1

f: frecuencia de pacientes estudiados.
SM: salarios mínimos.

de alcohol y el tabaquismo no fueron significativas. La edad media fue de 51,06 (+ 14,02) años.

De todas las variables antropométricas estudiadas solamente peso, RHO, RCE, DC y el DAS no mostró diferencias significativas cuando se evaluó según sexo y grupo de edad. Con respecto a los pliegues de la piel y el grupo BF% de las mujeres y adultos fueron significativamente más altos que los de los hombres. Los valores promedio de la obesidad visceral (AV / ASpreviu) fueron mayores en los varones (Tabla II).

El perfil metabólico de la población de estudio se presenta en la tabla IV. Sólo glucosa en sangre y la TC no fueron estadísticamente diferentes entre los sexos. Las mujeres mostraron valores promedio y la media-

na mayor que los hombres con respecto a la HDL, y VLDL (Tabla III).

En la tabla IV son los resultados que desean de los análisis bivariados entre las variables antropométricas de la obesidad abdominal y obesidad visceral predicho por la fórmula (AV/ASpreviu). Se encontraron correlaciones inversas, de intensidad moderada, pero muy significativa, entre las variables de DC, CER, DE y CO y la obesidad visceral, sin embargo, el más alto coeficiente de correlación se encontró para el AD ($r = -0,475$, $p < 0,001$). El RCC e IC no mostraron correlación con la obesidad visceral.

El análisis multivariado por regresión lineal múltiple se aplica sólo a las variables que presentaron correlaciones significativas. Después de que los resultados de las pruebas mostraron que las variables que mejor explican la obesidad visceral son la DC ($R^2 = 0,77$), seguido por CER ($R^2 = 0,59$) (Tabla V).

Discusión

La obesidad visceral es un tema investigado en varios países y en Brasil¹⁷ de pie entre la verificación de su relación con ciertas enfermedades, como la enfermedad cardiovascular, según ha informado en varios estudios^{4,8,17}. La diversidad de indicadores antropométricos para estimar la obesidad contribuye a la elección de una de ellas se basa en criterios que tengan en cuenta factores tales como la población estudiada, el género, la edad y sobre todo la evidencia basada en las encuestas de población o las intervenciones clínicas. Y, por supuesto, la disponibilidad de herramientas para medir las medidas necesarias¹⁸.

En esta investigación se observó, en general, los valores medios generales o por encima de los valores medios encontrados por otros autores para los indicadores antropométricos de obesidad central (los WC, WHR, ICE, IC, DC y DAS)^{17,19,20}, la caracterización de la población estudiar como población en riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares y metabólicas asociadas a la obesidad⁵.

Entre las variables anteriores utilizados para estimar la obesidad abdominal de la muestra, que se destacaron fueron la CC, con un promedio de 99,09 (+ 15,51) para las mujeres y 102,9 (+ 10,82) para hombres, y la IC, un promedio de 1,90 (+ 0,14) para las mujeres y 2,08 ($\pm 0,13$) para los hombres, con significación estadística entre los sexos fue estadísticamente valores medios más altos entre los hombres. La OMS¹⁰ recomienda como apto para valores CC inferior o igual a 0,80 cm para las mujeres y 102 cm para los hombres. Comparando los resultados obtenidos con la recomendación, parece que el valor medio DC de este estudio para ambos sexos es superior al umbral deseado.

El rango teórico de la IC es 1,00 a 1,73, a partir de un cilindro perfecto para un cono perfecto. Los aumentos Índice de C con la acumulación de grasa en la región central del cuerpo, es decir, cuanto más cerca de

Tabla II

Promedio y desviación estándar o la media y el rango de las variables utilizadas para calcular la obesidad total, abdominal y visceral según el sexo de los individuos atendidos ambulatoriamente en el Hospital Universitario Oswaldo Cruz, entre abril y octubre 2013

Variables	Promedio $\pm$ DP o media (min. - máx.)		Valor p
	Femenino	Masculino	
Peso ^a (Kg)	74,5 (47-164)	76,65 (60-128,5)	0,345
Altura (cm) ^b	166 (138-171)	169 (152-189)	<0,001**
IMC ^b (Kg/m ²)	31,12 (20,22-58,10)	27,73 (22,69-41,48)	0,106
%CG ^b	43,71 (28,87-50,12)	32,47 (23,69-50,01)	<0,001**
CC ^a (cm)	99,09 $\pm$ 15,51	102,9 $\pm$ 10,82	<0,05*
CQ ^b (cm)	109 (86-165)	103 (95-130)	0,059
RCQ ^b (cm)	0,89 (0,65-1,09)	0,99 (0,84-2,00)	0,106
RCE ^a (cm)	0,63 $\pm$ 0,96	0,61 $\pm$ 0,71	0,463
IC ^a (cm)	1,90 $\pm$ 0,14	2,08 $\pm$ 0,13	0,029*
DC ^b (cm)	27 (12-35)	27,5 (16-37)	0,562
DAS ^b (cm)	24 (12-37)	25 (15-32)	0,389
AS/Avprevio ^a	0,76 $\pm$ 0,26	1,03 $\pm$ 0,16	<0,001**

DP: Desviación estándar; Md: media (min.: valor mínimo; máx.: valor máximo); Cm: Centímetros; IMC: Índice de Masa; %GC: Porcentaje de grasa corporal; CC: Circunferencia de la cintura; CQ: Circunferencia de la cadera; RCQ: Relación cintura-cadera; RCE: Relación cintura-estatura; IC: Índice cónico; DC: Diámetro coronal; DAS: Diámetro abdominal sagital; AV/SA previsto: grasa visceral estimada por ecuación predictiva = $0,868 + 0,064 \times \text{DAS} - 0,036 \times \text{DC} - 0,022 \times \text{PCT}$.

^aTest t de Student; ^bTest de Mann-Whitney; *Importancia: $p \leq 0,05$; **Importancia: $p < 0,001$.

Tabla III

Características de laboratorio por sexo de los individuos ambulatorios atendidos en el Hospital Universitario Oswaldo Cruz, entre abril y octubre 2013

	Promedio $\pm$ DP o media (min. - máx.)		Valor p	N
	Femenino	Masculino		
Glicemia ^b (mg/dL)	94,91 (58-382)	99 (72-217)	0,298	122
Colesterol Total ^a (mg/dL)	212,41 $\pm$ 46,4	196,42 $\pm$ 51,56	0,114	121
HDL ^a (mg/dL)	50,14 $\pm$ 13,24	40,08 $\pm$ 10,69	<0,001**	112
LDL ^a (mg/dL)	135,62 $\pm$ 40,16	116,22 $\pm$ 43,82	0,034*	114
VLDL ^b (mg/dL)	23 (9-106)	34 (11-166)	0,03*	110
Triglicéridos ^b (mg/dL)	123 (43-528)	189 (56-828)	<0,001**	117

DP: Desviación estándar; Md: media (min.: valor mínimo; máx.: valor máximo); HDL: Lipoproteína de alta densidad; LDL: Lipoproteína de baja densidad; VLDL: Lipoproteína de muy baja densidad.

^aANOVA; ^bTest de Kruskal Wallis; *Importancia: $p \leq 0,05$; **Importancia: $p < 0,001$.

1,73, mayor será la acumulación de grasa abdominal, aumentando el riesgo de enfermedades graves⁹.

Valores antropométricos de grasa abdominal probablemente difieren con respecto a la edad. Se sabe que con el envejecimiento, hay una esperada aumento senescentes de tejido graso abdominal. Así, los altos valores en las mediciones antropométricas de obesidad abdominal observados en esta investigación podrían ser parcialmente justificada por la avanzada edad de la muestra (edad 51,06 $\pm$ 14,02 años promedio)¹⁸.

Cuando la obesidad visceral evaluado aplicando la ecuación predictiva reveló un exceso de grasa visceral con la población total promedio de 0,83 ($\pm$ 0,26) y una fuerte diferencia estadística ($p < 0,001$) entre los sexos con un mayor promedio en la población masculina (1,03 $\pm$ 0,16). Garaulet *et al.*⁶ estudiar la validación de fórmula predictivo para la obesidad visceral en pacientes con sobrepeso y obesos encontró un promedio de 0,73 ($\pm$ 0,29) en la población. En otro estudio, también la evaluación de los hombres y mujeres clasificados

Tabla IV

Coefficiente de correlación lineal entre los indicadores antropométricos de obesidad abdominal (CC, RCQ, RCE, IC, DAS y DC) y la obesidad visceral (AS/AV previsto) de los individuos atendidos ambulatoriamente en el Hospital Universitario Oswaldo Cruz, entre abril y octubre de 2013

	CC	RCQ	RCE	IC	DAS	DC	AV/AS previsto
CC ^a	1						
RCQ ^b	0,643**	1					
RCE ^a	0,929**	0,596**	1				
IC ^a	0,652**	0,720**	0,493**	1			
DAS ^b	0,857**	0,495**	0,809**	0,414**	1		
DC ^b	0,850**	0,471**	0,833**	0,568**	0,840**	1	
AV/AS previsto ^a	(-) 0,364**	(-) 0,23	(-) 0,403**	0,115	(-) 0,296**	(-) 0,475**	1

CC: Circunferencia de la cintura; CQ: Circunferencia de la cadera; RCQ: Relación cintura-cadera; RCE: Relación cintura-estatura; IC: Índice cónico; DC: Diámetro coronal; DAS: Diámetro abdominal sagital; AV/SA previsto: grasa visceral estimada por ecuación predictiva = $0,868 + 0,064 \times \text{DAS} - 0,036 \times \text{DC} - 0,022 \times \text{PCT}$.

^aCorrelación de Pearson; ^bCorrelación de Spearman; *Importancia: $p \leq 0,05$; **Importancia: $p < 0,001$.

Tabla V

Análisis de regresiones lineales múltiples realizado para estimar la predicción de los marcadores de la obesidad abdominal (CC, RCE, DAS y DC) y la obesidad visceral (AS/AV previsto) en individuos atendidos ambulatoriamente en el Hospital Universitario Oswaldo Cruz, entre abril y octubre de 2013

	R	R ²	Coef. de error	β	t	F	p
CC	0,214	0,46	0,237	0,214	2,464	6,073	0,015
RCE	0,244	0,59	0,236	0,244	2,831	8,013	0,005
DAS	0,182	0,33	0,239	0,182	2,086	4,352	0,039
DC	0,277	0,77	0,234	0,277	3,251	10,567	0,001

CC: Circunferencia de la cintura; RCE: Relación cintura-estatura; DAS: Diámetro abdominal sagital; DC: Diámetro coronal; AV/SA previsto: grasa visceral estimada por ecuación predictiva = $0,868 + 0,064 \times \text{DAS} - 0,036 \times \text{DC} - 0,022 \times \text{PCT}$.

R: Coeficiente de correlación múltiple; R²: Coeficiente de determinación; Coef. de error: Coeficiente de error; β :

como sobrepeso y obesidad abdominal por el IMC y CC, respectivamente, se observaron promedios de obesidad visceral más alta, sin embargo, la población, especialmente femenina²¹. Es de destacar que en este último la obesidad Visceral se midió mediante tomografía computarizada.

La obesidad corporal total evaluado tanto por el IMC y calculando la GC%, por la suma de pliegues se informó a ser alta mediana para ambos sexos, sin embargo, con diferencia estadística sólo para la GC%, con altos valores superiores en la población femenina ($p < 0,001$). Aunque el IMC es el método más aceptado en la comunidad científica para la clasificación del estado nutricional, no tiene capacidad para evaluar la composición corporal, dado que sólo se evalúa la relación entre el peso y la altura de una persona y tiene limitaciones tales como: a) relación proporcional del cuerpo - piernas cortas individuos tienen IMC alto; b) la relación con la masa libre de grasa que puede dar lugar a malas interpretaciones en la identificación de la obesidad; c) la correlación con estatura^{22,23}. Nue-

tros resultados mostraron una correlación significativa entre el IMC y % GC en calificación global adiposidad para ambos sexos.

La comparación de los valores de las variables metabólicas entre los sexos solamente hubo diferencia significativa estadística en glucosa plasmática en ayunas y la CT. LDL-C, HDL-C y TC fueron mayores en las mujeres. Estudio de las personas con sobrepeso y obesos sin enfermedad cardíaca también observó diferencias significativas entre los sexos que evalúan TG y HDL-c, con valor de HDL-C más alta en la población femenina, mientras que en los hombres mayores valores de TG²⁴. Reducción de los niveles de HDL-C entre la los hombres se vuelve preocupante, ya que esta partícula de HDL actúa como un factor protector en el desarrollo de varias enfermedades coronarias como se ha descrito en varios estudios. En cuanto a la TG se conoce su asociación directa con la obesidad. A pesar de que la TG no se considera un factor de riesgo independiente para la enfermedad cardiovascular, su acumulación puede estar relacionado con la disminución de los

niveles de HDL y favoreciendo el fenómeno conocido como “enriquecimiento” de LDL con TG. LDL “enriquecido” TG se somete a la acción y los resultados en partículas más pequeñas enzimática y LDL más densa de energía más aterogénico, que puede estar asociada con un alto riesgo de coronaria enfermedad²⁵.

Las correlaciones encontradas en este estudio muestran, en general, un moderado, inversa y significativa relación entre las variables antropométricas de la obesidad abdominal y obesidad visceral. Se observaron resultados similares para Piernas Sánchez *et al.*⁵ en un estudio de 230 mujeres utilizando la misma fórmula predictiva de esta investigación. Otro estudio, pero que estudian una población mixta (hombres y mujeres) que se correlacionan las mismas variables también encontraron correlaciones moderadas, pero relacionadas directamente. Los resultados pueden ser apoyados en la alta prevalencia de las mujeres (75,2%) en el estudio de la población. Teniendo en cuenta las mujeres tienen una mayor predisposición a la acumulación de masa grasa subcutánea en la región abdominal, tanto en el pre y post-menopausa^{5,26}.

Los datos obtenidos de las regresiones lineales muestran que la contribución de la DC y RCE en la variabilidad de la obesidad visceral es alta. La DC fue la variable que mejor explica la variación en la adiposidad visceral. Hay una falta de estudios con el DC como predictor adiposidad visceral, por lo que es difícil comparar los resultados con esta variable. Sin embargo, en estudio transversal con el sobrepeso y la obesidad revelado la DC y el PCT como los indicadores que explica mejor la obesidad visceral (43%)⁶. No se encontraron estudios en la literatura científica investigado para evaluar la influencia de esta variable a la variabilidad en la acumulación de grasa visceral. Sin embargo, la fuerza de las correlaciones sugiere la alta influencia de este indicador antropométrico.

La RCE ha sido propuesta como discriminador antropométrica adicional para evaluar la obesidad y adiposidad central, como sería asociado con el impacto negativo sobre los factores de riesgo cardiovascular, siendo beneficioso en la identificación temprana de individuos en riesgo²⁷. Uno debe considerar que hay cambios en la composición corporal con el proceso de envejecimiento, lo que podría alterar los puntos de corte para las otras medidas antropométricas. A medida que el CER tiene una influencia directa en la circunferencia de la cintura y el crecimiento, tal vez esta es la mayor ventaja de esta medida, y justificar que tiene el mismo valor para los puntos de corte sin importar la edad. Otro factor que parece ser un punto positivo de esta medida es su fácil aplicación y se puede hacer sólo con una cinta métrica - CER se calcula mediante una simple división entre las mediciones de altura y cintura²⁰.

Los resultados presentados en esta investigación científica tienen algunas limitaciones. Debido a que es un estudio transversal, no podíamos hacer inferencias causales. Sin embargo, se cree que los modelos pro-

puestos podrían dirigir las futuras investigaciones antropométricas variación relevante en la obesidad visceral predicho por la fórmula. Este estudio fue el primero en Brasil, que investigó la relación entre los indicadores antropométricos de obesidad abdominal y la adiposidad visceral predicho por la fórmula, lo que dificulta la comparación con los hallazgos de otros autores.

Llegamos a la conclusión, por lo tanto, que los indicadores antropométricos de obesidad abdominal evaluados en este estudio, los que tienen la más alta precisión en determinar también la acumulación de grasa visceral en la región eran la DC, seguido por CER. La fuerte correlación estadísticamente significativa con moderada presentado por estos indicadores, explicando en más de 50% de la varianza en la distribución de la grasa visceral estimado, sugiere que éstos se podrían utilizar en el cribado para la detección de individuos en el riesgo metabólico y cardiovascular.

Teniendo en cuenta la escasez de estudios relacionadas principalmente con la participación de DC en la determinación de la deposición de grasa, es evidente la necesidad de una mayor investigación sobre este tema, así como la determinación de los puntos probables de cortes para facilitar su interpretación. Por lo tanto, el estudio llama la atención sobre la promoción de las medidas antropométricas menos difundidas (DC) en la práctica clínica y en estudios epidemiológicos dirigidos a la identificación temprana y la intervención de las personas en situación de riesgo, de una manera práctica, rápida y asequible.

Referencias

1. Monteiro CA, de Conde WL, Popkin BM. Is obesity replacing or adding to undernutrition? Evidence from different social classes in Brazil. *Public health Nutr.* 2002; 5(1): 105-12.
2. Haffner SM. Abdominal adiposity and cardiometabolic risk: do we have all the answers? *Am. J. med.* 2007; 120(9): 10-6.
3. Nestel P, Lyu R, Low LP, Sheu WH, Nitiyanant W, Saito I, Tan CE. Metabolic syndrome: recent prevalence in East and Southeast Asian populations. *Asia Pac. J. clin. nutr.* 2007; 16(2): 362-67.
4. Barbosa LS, Scala LCN, Ferreira MG. Associação entre marcadores antropométricos de adiposidade corporal e hipertensão arterial na população adulta de Cuiabá, Mato Grosso. *Rev. Bras. epidemiol.* 2009; 12(2): 237-47.
5. Piernas Sanchez CM, Morales Falo EM, Zamora Navarro S, Garaulet Aza, M. Study and classification of the abdominal adiposity throughout the application of the two-dimensional predictive equation Garaulet *et al.*, in the clinical practice. *Nutr. hosp.* 2010; 25(2): 270-74. PubMed; PMID 20449537.
6. Garaulet M, Hernández-Morante JJ, Tebar FJ, Zamora S, Canteras M. Equação preditiva Bidimensional para classificar a obesidade visceral na prática clínica. *Obesity* (Silver Spring) 2006; 14(7): 1181-91.
7. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation. Geneva; 1998. 7-15p.
8. Pitanga FJG, Lessa I. Razão cintura-estatura como discriminador do risco coronariano de adultos. *Rev. assoc. med. bras.* 2006; 52(3): 157-61.
9. Valdez R, Seidell JC, Ahn YI, Weiss KM. New Index of Abdominal adiposity as an indicator of risk for cardiovascular disease. A Cross-Population Study. *Int. J. obes.* 1993; 17(2): 77-82.

10. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a Who Consultation. Geneva; 2000. 241-3p.
11. Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS). XXXVI Reunión de Comitê Acesor de Investigaciones em Salud – Encuesta Multicêntrica – Salud Bienestar y Envejecimiento (SABE) em América Latica e el Caribe – Informe preliminar; 2002.
12. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign, ILL: Human Kinetics Books, 1988.
13. Durnin JVGA, Womersley I. “Body fat assessed from total body density ad its estimation from skinfold thickness: measurement on 481 mem and women aged from 16 to 72 years”. *Br. J. Nutr.* 1974; 32(1): 77-97.
14. Sampaio LR, Simões EJ, Assis AMO, Ramos L. Validity and reliability of the sagittal abdominal diameter as a predictor of visceral abdominal fat. *Arq. bras. endocrinol. metabo.* 2007; 51(6): 980-86.
15. IV Diretriz Brasileira sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia; 2007. 6-7p.
16. Sociedade Brasileira de Diabetes. Diretrizes da sociedade brasileira de diabetes. Itapevi, São Paulo: Diretrizes SBD; 2009. 18p.
17. Rocha FL, Menezes TN, Melo RLP, Pedraza DF. Correlação entre indicadores de obesidade abdominal e lipídeos séricos em idosos. *Rev. assoc. med. bras.* 2013; 50(1): 48-55.
18. Almeida TT, Almeida MMG, Araújo TM. Obesidade Abdominal e Risco Cardiovascular: Desempenho de Indicadores Antropométricos em Mulheres. *Arq. bras. Cardiol.* 2009; 92(5): 375-80.
19. Girotto E, Andrade SM, Cabrera MAS. Prevalência de Obesidade Abdominal em Hipertensos Cadastrados em uma Unidade de Saúde da Família. *Arq. bras. Cardiol.* [online]. 2010[acesso em 2013 nov 21];94(6):754-62. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2010005000049>.
20. Haun DR, Pitanga FJG, Lessa I. Razão Cintura/Estatura Comparado a Outros Indicadores Antropométricos de Obesidade como Preditor de Risco Coronariano Elevado. *Rev. assoc. med. bras.* 2009; 55(6): 705-11.
21. Onat A, Avci GS, Barlan MM, Uyarel H, Uzunlar B, Sansoy V. Measures of abdominal obesity assessed for visceral adiposity and relation to coronary risk. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2004; 28(8): 1018-25.
22. Ricardo DR, Araújo CGS. Índice de massa corporal: um questionamento baseado em evidências. *Arq. bras. cardiol.* 2002; 79(1): 61-9.
23. Nunes RR, Clemente ELS, Pandini JA, Cobas RA, Dlas VM, Sperandel S, Gomes MB. Confiabilidade da classificação do estado nutricional obtida através do IMC e três diferentes métodos de percentual de gordura corporal em pacientes com diabetes melito tipo 1. *Arq. bras. endocrinol. metab.* 2009; 63(3): 360-67.
24. Araújo F, Yamanda AT, Araújo MVM, Latorre MRDO, Mansur AJ. Perfil Lipídico de Indivíduos sem Cardiopatias com Sobrepeso e Obesidade. *Arq. bras. Cardiol.* 2005; 84(5): 405-9.
25. Carneiro JRI, Kushnir MC, Clemente ELS, Brandão MG, Gomes MB. Obesidade na Adolescência: Fator de Risco para Complicações Clínico-Metabólicas. *Arq. bras. endocrinol. metab.* 2000; 44(5): 390-6.
26. Demura S, Sato S. Prediction de área de gordura visceral no nível do umbigo usando massa de gordura do tronco: A validade da análise de impedância bioelétrica. *J Sports Sci.* 2007; 25(7): 823-33.
27. Pinto ICS, Arruda IKG, Diniz AS, Cavalcanti AMTS. Prevalência de excesso de peso e obesidade abdominal, segundo parâmetros antropométricos, e associação com maturação sexual em adolescentes escolares. *Cad. Saúde Pública.* 2010; 26(9): 1727-37.



Original/*Pediatría*

Valores del índice cintura/cadera en la población escolar de Bogotá, Colombia: Estudio FUPRECOL

Yenni Paola Rodríguez-Bautista¹, Jorge Enrique Correa-Bautista¹, Emilio González-Jiménez^{2,3}, Jacqueline Schmidt-RíoValle^{2,3} y Robinson Ramírez-Vélez⁴

¹Centro de Estudios en Medición de la Actividad Física (CEMA), Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad del Rosario, Bogotá D.C., Colombia. ²Departamento de Enfermería, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Granada, España. ³Grupo CTS-436, adscrito al Centro de Investigación Mente, Cerebro y Comportamiento (CIMCYC). ⁴Grupo GICAEDS, Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación, Universidad Santo Tomás (Bogotá, D.C.), Colombia.

Resumen

Objetivo: determinar los valores del índice cintura/cadera (ICC) en una población escolar de Bogotá, Colombia, pertenecientes al estudio FUPRECOL.

Métodos: estudio descriptivo y transversal, realizado en 3.005 niños y 2.916 adolescentes de entre 9 y 17,9 años de edad, pertenecientes a instituciones educativas oficiales de Bogotá, Colombia. Se tomaron medidas de peso, talla, circunferencia de cintura, circunferencia de cadera y estado de maduración sexual por autorreporte. Se calcularon los percentiles (P_3 , P_{10} , P_{25} , P_{50} , P_{75} , P_{90} y P_{97}) según sexo y edad y se realizó una comparación entre los valores del ICC observados y los estándares internacionales.

Resultados: de la población general ($n = 5.921$), el 57,0% eran chicas (promedio de edad $12,7 \pm 2,3$ años). En todas las edades el ICC fue mayor en los chicos que en las chicas, observándose un descenso en la media de los valores obtenidos desde los 9 hasta los 17,9 años. En los chicos, los valores del ICC mayores del P_{90} (asociados a riesgo cardiovascular) estuvieron en el rango 0,87 y 0,93 y en las chicas entre 0,85 y 0,89. Al comparar los resultados de este estudio, por grupos de edad y sexo, con trabajos internacionales de niños y adolescentes de Europa, Suramérica, Asia y África, se observa que los valores del ICC fueron menores en este estudio en ambos sexos, con excepción de los escolares originarios de Grecia y Venezuela.

Conclusiones: se presentan percentiles del ICC según edad y sexo que podrán ser usados como de referencia en la evaluación del estado nutricional y en la predicción del riesgo cardiovascular desde edades tempranas.

(Nutr Hosp. 2015;32:2054-2061)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9633

Palabras clave: Valores de referencia. *Pediatría*. Composición corporal. Índice cintura/cadera. Riesgo cardiovascular. Colombia.

Correspondencia: Robinson Ramírez-Vélez.
Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación.
Universidad Santo Tomás. Carrera 9 N.º 51-23.
Bogotá, D.C., Colombia.
E-mail: robinsonramirez@usantotomas.edu.co;
robin640@hotmail.com

Recibido: 10-VII-2015.
Aceptado: 14-VIII-2015.

VALUES OF WAIST/HIP RATIO AMONG CHILDREN AND ADOLESCENTS FROM BOGOTÁ, COLOMBIA: THE FUPRECOL STUDY

Abstract

Objective: the aim was to establish reference standards for waist/hip ratio among Colombia children and adolescent aged 9 to 17.9 years who participated in "The FUPRECOL Study".

Methods: cross-sectional study. A sample of 3 005 children and 2 916 adolescents healthy Colombian youth (boys $n = 2\,542$ and girls $n = 3\,384$) participated in the study. Height, weight, waist circumference, hip circumference and sexual maturation status were measured. Reference curves were fitted with the LMS method (L [curve Box-Cox], M [curve median] and S [curve coefficient of variation]), for boys and girls, stratified by age group, and to compare them to international references.

Results: in all ages, the waist/hip ratio was higher in boys than in girls. Subjects whose waist/hip ratio was above the 90th percentile of the standard normal distribution were considered to have high cardiovascular risk (boys range 0.87 to 0.93 and girls range 0.85 to 0.89). Overall, our waist/hip ratio values were lower than Europe, Asia and Africa values and similar to those of some Latin American references.

Conclusions: values reference charts for waist/hip ratio values specific for age and sex, obtained from children and adolescents from Bogotá, Colombia, are provided. They may be used regionally, both for nutritional assessment and to predict cardiovascular risks in early age.

(Nutr Hosp. 2015;32:2054-2061)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9633

Key words: Values reference. *Pediatrics*. Body composition. Waist/hip ratio. Cardiovascular risk. Colombia.

Introducción

La transición nutricional se refiere a una serie de cambios en el tipo y calidad de la dieta que repercuten en la composición corporal del individuo¹. Autores como Popkin, han propuesto que la transición nutricional trae como consecuencias el incremento en el exceso de peso, que en ocasiones se acompaña de conductas sedentarias y un patrón de alimentación con alto contenido en azúcar, grasa y sal². En América Latina, Sunguya et al. han mostrado que la transición nutricional se acompaña de doble carga nutricional, pues en países de Suramérica, se ha observado que un mismo sujeto puede expresar desnutrición de micronutrientes –en especial los déficit de hierro y vitamina A– y exceso de peso³. Una de las consecuencias más preocupantes de estos cambios es que casi la mitad de los niños presentan exceso de peso y obesidad, padecen hipertensión arterial o tienen alteraciones del metabolismo hidrocarbonado e hipertrigliceridemia⁴. Actualmente, la población colombiana se encuentra inmersa en una etapa de transición nutricional, la cual ha sido asociada con una alta prevalencia de exceso de peso, sumado a estados de desnutrición por defecto en algunos sectores de la población^{5,6}. Por otro lado, el sobrepeso y la obesidad está afectando paulatinamente a sujetos cada vez más jóvenes, con la desventaja que un niño obeso tiene el 80% de posibilidad de ser un adulto obeso durante su vida⁷.

De acuerdo con la última Encuesta de la Situación Nutricional (ENSIN 2010)⁸, el 5% de los niños menores de cinco años sufre de obesidad, el 20% tiene exceso de peso y el 74% no cumple con el mínimo de actividad física recomendada en el grupo de edad entre los 13 y los 17 años. Sobre este aspecto, nuestro grupo de investigación ha observado que los escolares que permanecen menos de 2h/día frente a pantallas de TV, muestran 1,819 veces (IC 95% 1,401-2,672) la oportunidad de cumplir con las recomendaciones de AF, que los participantes que pasan más de 2h frente a una pantalla⁹. Diariamente, en Colombia el 22,1% de la población entre los 5 y 64 años, es decir una de cada cinco personas, consume bebidas gaseosas o refrescos y una de cada siete consume alimentos de paquete¹⁰.

En este contexto, el estudio de la composición corporal y del estado nutricional, deben ser aspectos a considerar en el ámbito clínico, por su capacidad para detectar problemas nutricionales¹¹. La Organización Mundial de la Salud (1995)¹¹, indica el uso de la antropometría como método preferente de control y vigilancia de los indicadores de riesgo para enfermedades no transmisibles (ENT). En este sentido, mediante la determinación de los principales parámetros antropométricos podremos valorar los cambios y modificaciones desarrolladas en la masa total corpórea, pero especialmente en la masa grasa, asociada a patología cardiovascular, diabetes *mellitus* tipo 2 y síndrome metabólico¹¹. Parámetros como la circunferencia de la cintura (CC), los pliegues cutáneos o el índice cintura/

cadera (ICC)¹², son determinaciones antropométricas esenciales para estimar el patrón de acumulo de grasa en los diferentes compartimentos del organismo¹³.

Tanto la infancia como la adolescencia son períodos que implican importantes cambios endocrinometabólicos, los cuales se presentan de manera diferente entre ambos sexos¹⁴. Así, la cantidad de masa grasa en niños y adolescentes de sexo femenino suele ser más alta que entre los chicos, haciendo su importante su medición¹⁵. De esta manera, resulta necesario poder establecer valores de referencia entre la población colombiana que permitan comparar e interpretar resultados¹⁶. La existencia de estudios que muestran diferencias sustanciales en composición corporal y estado nutricional en niños y adolescentes hispanos, blancos y negros¹⁷⁻²¹, determina la necesidad de contar con valores de referencia étnico-específicos para la identificación de las personas en situación de riesgo¹⁹⁻²¹.

En población escolar Colombiana, Aguilar de Plata et al.^{16,17} han descrito que el aumento de la adiposidad corporal podría ser un indicador precoz del riesgo enfermedades cardiocerebrovasculares, por su estrecha relación con la magnitud y prevalencia de alteraciones metabólicas y vasculares desde etapas tempranas de la vida. Este trabajo presenta los valores en percentiles del ICC en población escolar de Bogotá, Colombia, pertenecientes al estudio FUPRECOL. Un objetivo secundario es la comparación de los valores del ICC con referencias internacionales.

Métodos

Diseño y población de estudio

Para identificar tempranamente escolares con alteraciones en la composición corporal, que requieran de intervenciones para promover comportamientos saludables a fin de prevenir el desarrollo de ENT futuras, se propuso el estudio FUPRECOL (asociación de la Fuerza Prensil con manifestaciones tempranas de riesgo cardiovascular en niños y adolescentes Colombianos) con el propósito de identificar factores de riesgo asociados a una baja condición física muscular e inadecuado estado nutricional para la generación de un sistema de vigilancia epidemiológica del estilo de vida en la población infantil de Bogotá, Colombia.

El presente trabajo es un análisis secundario del estudio FUPRECOL. Se trata de un estudio de corte transversal, realizado en 6.000 niños y adolescentes en edad escolar de entre 9 y 17 años de edad residentes en el área metropolitana del Distrito de Bogotá, Colombia (2480msnm). De la población convocada al estudio, 5.921 escolares (tasa de respuesta 98,6%), se obtuvieron datos válidos en la valoración antropométrica de manera intencional de 24 instituciones educativas oficiales. Se excluyeron escolares con discapacidad física, sensorial e intelectual permanente, enfermedades no transmisibles como diabetes tipo 1 o 2, enfermedad

cardiovascular, autoinmune o cáncer diagnosticado, estado de gestación, abuso en el consumo de alcohol o drogas y, en general en patologías que no estén relacionadas directamente con la nutrición.

Tamaño de muestra

Se tomó como referencia poblacional los 546.000 registros de matrícula del 2013, suministrado por la Secretaría de Educación Distrital. Para este cálculo, se utilizó la ecuación de Schlesselman²³ para el tamaño poblacional de muestras conocidas, teniendo un $\alpha=0,05$ (fiabilidad del 95 %). La varianza estimada para los sujetos con exceso de peso (obesidad/sobrepeso) usada para esta población fue del 20% de acuerdo con la última Encuesta de la Situación Nutricional (ENSIN 2010)⁸. Así pues, el tamaño de muestra fue calculado para estimar una diferencia entre la proporción estimada y real del 5% para un tamaño muestral de 3.131, dato que se ajustó a 4.000 sujetos por posibles pérdidas en el proceso de captación. El muestreo se realizó por conveniencia en orden de llegada al punto de recolección de los datos. Para disminuir el sesgo por ser una muestra no probabilística, se le asignó *a posteriori* un peso muestral a cada participante, calculado a partir de la estratificación por grupos etarios (± 2 años). Para eso se tuvo en cuenta que “N” es el tamaño de la población, y “n” es el tamaño de la muestra, cuyas probabilidades de inclusión fueron $\pi_i=n/N$ y los pesos ponderales muestrales $\omega_i= n/N$. Con relación al cálculo del tamaño de la muestra para este estudio, esta fue estimada según la media de circunferencia de cintura de 58 cm y desviación estándar de 10 cm, obtenida en estudio previo realizado en infantes y adolescentes de Colombia¹⁷, con un error alfa del 5%, error beta del 20%, precisión del 2% y potencia *a priori* del 80%. Este tamaño de muestra fue de 94 participantes por cada año de edad, para un estimado de 846 niños y adolescentes entre los 9 y 17,9 años. Como se evidencia, se superó este tamaño de muestra, ya que en nuestro estudio fueron incluidos 6.000 alumnos. El tamaño muestral final fue de 5.921 participantes y exclusión efectiva se realizó *a posteriori* (1,3%, n=79 participantes), sin conocimiento del alumno. La recolección de datos se realizó durante el 2014-2015.

Procedimientos

Al inicio del estudio, se explicó detalladamente el mismo y se solicitó conformidad previa por escrito por parte de cada niño y/o adolescente y de su padre/madre o tutor/a, además del permiso otorgado por autoridades de las escuelas participantes en el estudio. El estudio FUPRECOL se llevó a cabo siguiendo las normas deontológicas reconocidas por la Declaración de Helsinki y la Resolución 008439 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia que regula la investigación

clínica en humanos. Además, el estudio contó con la aprobación del Comité de Investigación en Seres Humanos de la universidad encargada del estudio (UR N° CEI-ABN026-000262).

Examen físico

Previo a las mediciones del estudio, los investigadores y profesionales de la salud y el deporte realizaron diez sesiones teórico-prácticas para estandarizar el proceso de evaluación del componente morfológico descrito previamente en la batería ALPHA-Fitness²⁴. Se midió el peso con balanza de piso TANITA®, modelo BF689 (Arlington Heights, IL 60005, USA), con resolución 0,100 kg. La estatura se midió con un estadiómetro portátil SECA 206® (Hamburgo Alemania), rango 0-220 cm de 1 mm de precisión. La CC fue medida con una cinta métrica inextensible a la mitad de la distancia entre el reborde costal y la cresta ilíaca (espina ilíaca anterosuperior) en bipedestación y espiración. La circunferencia de la cadera se midió a nivel de la prominencia glútea y se calculó el ICC como la razón entre la circunferencia de cintura y cadera. El percentil 90, fue tomado punto de corte indicativo de riesgo cardiovascular por ICC, como lo describe Mederico et al.¹⁸ en Venezuela. El estado madurativo de los participantes se valoró con la metodología descrita por Tanner²⁵ mediante auto-declaración de la estadificación de maduración sexual según dibujos estándar que distinguen las características de desarrollo genital y vello pubiano en chicos, y desarrollo mamario y vello pubiano en chicas. En población latina, el reporte de Matsudo et al.²⁶ muestra coeficientes de concordancia que superan el 0,60 (*kappa de cohen*) entre la medición directa por médico pediatra y el auto-reporte para mamas y vello pubiano en niñas (69.7–71.3%), y genitales combinados con vello pubiano en niños (60%). Las citadas dimensiones se tomaron con dispositivos homologados y de acuerdo con las normas del Programa Biológico Internacional, elaborado por el *International Council of Scientific Unions* que recoge los procedimientos esenciales para el estudio biológico de las poblaciones humanas²⁷.

Análisis estadístico

El procesamiento y análisis de la información se realizó en el programa *Statistical Package for Social Science*®, software, versión 22 (SPSS; Chicago, IL, USA). Se efectuaron previamente pruebas de normalidad mediante los test de *Kolmogorov-Smirnov*. Los valores continuos se expresaron como media y desviación estándar. Se aplicaron pruebas de homogeneidad de varianzas con prueba ANOVA de una vía para observar diferencias entre las variables continuas. Se calcularon percentiles (P_3 , P_{10} , P_{25} , P_{50} , P_{75} , P_{90} y P_{97}) por sexo y edad y se realizó una comparación de los valores del ICC del presente estudio con referentes internacionales.

Resultados

Constituyeron la muestra 5.921 escolares pertenecientes a 24 instituciones educativas oficiales de la ciudad de Bogotá, Colombia. De la población general, el 57,0% eran chicas (promedio de edad $12,7 \pm 2,3$ años). La edad media de $12,7 \pm 2,4$ años, peso $44,6 \pm 12,3$ kg, y estatura $1,49 \pm 0,12$ m. En lo que respecta al estadio madurativo, la mayor proporción de varones se encontraron en los Estadios II (37,2%) y III (27,8%), mientras que en la mujer el Estadio III (30,2%) y IV (28,8%), fueron los de mayor frecuencia. En todos los grupos de edad, el análisis ANOVA mostró que los chicos tenían mayores valores de estatura, circunferencia de cadera e ICC que las chicas, mientras que éstas presentaban mayores valores circunferencia de cintura especialmente

entre los niños de 11-11.9 años y adolescentes de entre 16 y 17.9 años de edad $p < 0,01$ (Tabla I).

En la tabla II se muestra la distribución en percentiles del ICC según edad y sexo. En todas las edades el ICC fue mayor en los chicos que en las chicas y la media $\pm$ DE mostró un descenso de los valores obtenidos desde los 9 hasta los 17,9 años. Los valores del ICC mayores del P_{90} se consideran altos y, por tanto, predictores de riesgo cardiovascular; en esta muestra los valores de ICC del P_{90} en los chicos estuvieron en el rango 0,87 y 0,93 y en las chicas entre 0,85 y 0,89.

Por último, en la tabla III se comparan los resultados de este estudio (por grupos de edad y sexo), con datos de otros estudios internacionales con población infantil y adolescente de Europa^{28,29,30}, Suramérica³¹, Asia³² y África³³. En general, se observa que los valo-

Tabla I
Características antropométricas de los escolares evaluados (n=5.921)

Edad	n	Peso (kg)	Estatura (m)	CC (cm)	CCad (cm)	ICC
<i>Chicos (niños)</i>						
9-9.9	178	$32,4 \pm 8,0$	$1,34 \pm 0,07$	$61,3 \pm 6,6$	$70,7 \pm 7,6^*$	$0,87 \pm 0,11^*$
10-10.9	395	$34,4 \pm 8,6$	$1,37 \pm 0,07$	$61,8 \pm 7,8$	$72,4 \pm 8,4^*$	$0,86 \pm 0,16^*$
11-11.9	369	$36,7 \pm 8,5^*$	$1,41 \pm 0,08^*$	$63,4 \pm 7,4^*$	$75,0 \pm 7,7^*$	$0,85 \pm 0,06^*$
12-12.9	301	$40,8 \pm 9,1^*$	$1,46 \pm 0,08^*$	$65,0 \pm 7,5$	$77,6 \pm 7,7^*$	$0,84 \pm 0,06^*$
Total	1.243	$36,4 \pm 9,1^*$	$1,40 \pm 0,09^*$	$63,0 \pm 7,6^*$	$74,2 \pm 8,3^*$	$0,85 \pm 0,11^*$
<i>Chicos (adolescentes)</i>						
13-13.9	291	$45,7 \pm 9,9^*$	$1,53 \pm 0,09$	$66,2 \pm 7,5$	$80,4 \pm 7,7^*$	$0,82 \pm 0,06^*$
14-14.9	282	$49,9 \pm 10,0^*$	$1,58 \pm 0,09^*$	$68,0 \pm 7,8$	$82,9 \pm 8,9^*$	$0,82 \pm 0,07^*$
15-15.9	294	$54,1 \pm 10,4$	$1,62 \pm 0,09^*$	$70,0 \pm 7,0$	$86,0 \pm 7,3^*$	$0,82 \pm 0,06^*$
16-16.9	247	$57,3 \pm 8,7^*$	$1,66 \pm 0,08^*$	$71,1 \pm 7,4^*$	$88,7 \pm 7,2^*$	$0,80 \pm 0,06^*$
17-17.9	185	$60,7 \pm 10,6^*$	$1,68 \pm 0,08^*$	$72,9 \pm 7,1^*$	$89,7 \pm 7,6^*$	$0,81 \pm 0,05^*$
Total	1.299	$52,8 \pm 11,1^*$	$1,61 \pm 0,10^*$	$69,4 \pm 7,7^*$	$85,1 \pm 8,5^*$	$0,82 \pm 0,10^*$
<i>Chicas (niños)</i>						
9-9.9	233	$32,4 \pm 7,6$	$1,35 \pm 0,08$	$59,6 \pm 6,5$	$72,0 \pm 7,5$	$0,83 \pm 0,10$
10-10.9	564	$35,0 \pm 7,8$	$1,38 \pm 0,08$	$61,1 \pm 7,5$	$74,6 \pm 7,8$	$0,82 \pm 0,09$
11-11.9	554	$38,1 \pm 8,0$	$1,43 \pm 0,08$	$62,4 \pm 6,7$	$77,1 \pm 8,3$	$0,82 \pm 0,13$
12-12.9	411	$43,0 \pm 9,1$	$1,48 \pm 0,08$	$64,1 \pm 7,1$	$81,2 \pm 8,9$	$0,80 \pm 0,17$
Total	1.762	$37,5 \pm 8,9$	$1,42 \pm 0,09$	$62,0 \pm 7,1$	$76,6 \pm 8,7$	$0,82 \pm 0,13$
<i>Chicas (adolescentes)</i>						
13-13.9	320	$47,5 \pm 9,6$	$1,52 \pm 0,07$	$66,4 \pm 7,5$	$84,5 \pm 8,8$	$0,79 \pm 0,15$
14-14.9	407	$51,5 \pm 9,2$	$1,54 \pm 0,07$	$68,4 \pm 8,4$	$87,9 \pm 8,1$	$0,78 \pm 0,08$
15-15.9	362	$52,8 \pm 8,8$	$1,55 \pm 0,07$	$69,5 \pm 7,3$	$89,7 \pm 7,9$	$0,78 \pm 0,08$
16-16.9	315	$54,0 \pm 9,0$	$1,56 \pm 0,06$	$69,3 \pm 8,0$	$90,2 \pm 7,6$	$0,77 \pm 0,08$
17-17.9	213	$55,8 \pm 9,6$	$1,57 \pm 0,07$	$70,5 \pm 7,8$	$91,7 \pm 7,6$	$0,77 \pm 0,07$
Total	1.617	$52,1 \pm 9,5$	$1,55 \pm 0,07$	$68,7 \pm 7,9$	$88,6 \pm 8,4$	$0,78 \pm 0,06$

* $p < 0,01$. Diferencias por grupo de edad y sexo con prueba ANOVA de una vía.

Tabla II
Distribución percentil del índice cintura/cadera por edad y sexo

	<i>n</i>	<i>Media</i>	<i>DE</i>	<i>P₃</i>	<i>P₁₀</i>	<i>P₂₅</i>	<i>P₅₀</i>	<i>P₇₅</i>	<i>P₉₀</i>	<i>P₉₇</i>
<i>Chicos</i>										
9-9.9	178	0,87	0,11	0,76	0,80	0,83	0,86	0,90	0,93	1,02
10-10.9	395	0,86	0,16	0,75	0,79	0,82	0,85	0,89	0,92	0,99
11-11.9	369	0,85	0,06	0,76	0,78	0,81	0,84	0,88	0,91	0,98
12-12.9	301	0,84	0,06	0,74	0,78	0,81	0,83	0,87	0,91	0,95
13-13.9	291	0,82	0,06	0,74	0,76	0,79	0,82	0,85	0,89	0,97
14-14.9	282	0,82	0,07	0,72	0,75	0,78	0,81	0,85	0,89	0,95
15-15.9	294	0,82	0,06	0,73	0,75	0,78	0,80	0,84	0,88	0,96
16-16.9	247	0,80	0,06	0,72	0,75	0,77	0,80	0,83	0,87	0,92
17-17.9	185	0,81	0,05	0,73	0,76	0,78	0,81	0,84	0,87	0,92
Total	2.542	0,83	0,09	0,73	0,76	0,79	0,83	0,86	0,91	0,97
<i>Chicas</i>										
9-9.9	233	0,83	0,10	0,75	0,78	0,80	0,82	0,85	0,88	0,92
10-10.9	564	0,82	0,09	0,72	0,76	0,79	0,81	0,85	0,89	0,95
11-11.9	554	0,82	0,13	0,72	0,74	0,77	0,80	0,84	0,88	0,95
12-12.9	411	0,80	0,17	0,70	0,73	0,75	0,78	0,81	0,86	0,93
13-13.9	320	0,79	0,15	0,70	0,72	0,74	0,77	0,80	0,86	0,97
14-14.9	407	0,78	0,08	0,68	0,72	0,74	0,77	0,81	0,87	0,96
15-15.9	362	0,78	0,08	0,69	0,71	0,73	0,76	0,80	0,87	0,97
16-16.9	315	0,77	0,08	0,68	0,70	0,73	0,76	0,80	0,85	0,95
17-17.9	213	0,77	0,07	0,69	0,71	0,73	0,75	0,80	0,86	0,96
Total	3.379	0,80	0,12	0,70	0,72	0,75	0,79	0,83	0,87	0,95

P: Percentil; DE: desviación estándar

res del ICC fueron menores en este estudio en ambos sexos, con excepción de los escolares de Grecia.

Discusión

El presente estudio tuvo como principal propósito estimar los valores de referencia del ICC de niños y adolescentes de 9 a 17,9 años, pertenecientes a instituciones oficiales de la ciudad de Bogotá, Colombia. Los hallazgos encontrados dejan en evidencia el comportamiento de estos indicadores antropométricos de acuerdo a dos importantes variables la edad y el sexo. González-Jiménez et al.²⁸ confirman que el ICC, constituye un indicador antropométrico preciso a considerar en la estimación de la grasa corporal total y la masa grasa intra-abdominal. En el estudio de Chrzanowska et al.³⁴ se verifica la capacidad del ICC para predecir el riesgo de padecer trastornos metabólicos y accidentes cardiovasculares en niños y adolescentes.

En este estudio se evidencia un aumento progresivo y significativo de los valores observados en la esta-

tura, circunferencia de la cintura y cadera e ICC en ambos sexos. Además, se observó, para todas las edades, valores mayores de CC entre los chicos frente a las chicas. Estos resultados coinciden con lo reportado por otros estudios internacionales de países de Europa^{28,30,33}, Suramérica²⁹, Asia³¹ y África³², con población infantil y adolescente. Con relación al ICC, sus valores mostraron un descenso significativo desde los 9 a los 17,9 años para ambos sexos. Por su parte, los chicos mostraron puntuaciones de ICC más elevadas, coincidiendo con lo descrito por estudios internacionales²⁸⁻³². Comparando los valores de ICC observados con estándares de referencia internacional, se observa que las chicas adolescentes presentaron mayores valores del ICC que los reportados por los estudios de Grecia³⁰ y Venezuela²⁹, y menores valores que los reportados en estudios con población de España²⁸, Pakistán³¹, Yemen³² y Polonia³³. En chicos, el promedio de los valores de ICC era similar al reportado en estudios con población de Venezuela²⁹ y Grecia³⁰ e inferior a los valores obtenidos con población de España²⁸, Pakistán³¹, Yemen³² y Polonia³³.

Tabla III
Comparación de los valores (media $\pm$ SD) del ICC entre niños y adolescentes de Bogotá, Colombia y estudios citados de acuerdo con grupos de edad y sexo

Sexo	Edades	Estudio FUPRECOL media $\pm$ DE n=5.921	España ²⁸ media $\pm$ DE n=1.001	Grecia ²⁹ media $\pm$ DE n=1.610	Polonia ³⁰ media $\pm$ DE n=970	Venezuela ³¹ media $\pm$ DE n=919	Pakistan ³² media $\pm$ DE n=1.860	Yemen ³³ media $\pm$ DE n=3.114
Chicos	9-9.9	0,87 $\pm$ 0,11	0,84 $\pm$ 0,03	-	-	0,86 $\pm$ 0,05	0,88 $\pm$ 0,05	0,87 $\pm$ 0,07
	10-10.9	0,86 $\pm$ 0,16	0,84 $\pm$ 0,03	-	-	0,86 $\pm$ 0,04	0,88 $\pm$ 0,05	0,88 $\pm$ 0,09
	11-11.9	0,85 $\pm$ 0,06	0,89 $\pm$ 0,07	-	-	0,86 $\pm$ 0,04	0,88 $\pm$ 0,06	0,88 $\pm$ 0,07
	12-12.9	0,84 $\pm$ 0,06	0,89 $\pm$ 0,07	0,80 $\pm$ 0,06	-	0,86 $\pm$ 0,04	0,87 $\pm$ 0,04	0,85 $\pm$ 0,07
	13-13.9	0,82 $\pm$ 0,06	0,88 $\pm$ 0,06	0,80 $\pm$ 0,07	-	0,83 $\pm$ 0,06	-	0,86 $\pm$ 0,07
	14-14.9	0,82 $\pm$ 0,07	0,88 $\pm$ 0,06	0,79 $\pm$ 0,05	0,91 $\pm$ 0,05	0,81 $\pm$ 0,04	-	0,86 $\pm$ 0,07
	15-15.9	0,82 $\pm$ 0,06	0,86 $\pm$ 0,05	0,77 $\pm$ 0,05	0,93 $\pm$ 0,05	0,80 $\pm$ 0,04	-	0,87 $\pm$ 0,08
	16-16.9	0,80 $\pm$ 0,06	0,86 $\pm$ 0,05	0,78 $\pm$ 0,06	0,93 $\pm$ 0,02	0,82 $\pm$ 0,04	-	0,85 $\pm$ 0,10
	17-17.9	0,81 $\pm$ 0,05	0,91 $\pm$ 0,11	0,77 $\pm$ 0,06	0,88 $\pm$ 0,06	0,81 $\pm$ 0,04	-	0,85 $\pm$ 0,08
	Total	0,83 $\pm$ 0,09	0,87 $\pm$ 0,06	0,79 $\pm$ 0,06	0,91 $\pm$ 0,05	0,83 $\pm$ 0,04	0,88 $\pm$ 0,05	0,86 $\pm$ 0,08
Chicas	9 a 9.9	0,83 $\pm$ 0,10	0,85 $\pm$ 0,02	-	-	0,84 $\pm$ 0,05	0,86 $\pm$ 0,06	0,87 $\pm$ 0,09
	10 a 10.9	0,82 $\pm$ 0,09	0,85 $\pm$ 0,02	-	-	0,83 $\pm$ 0,05	0,84 $\pm$ 0,06	0,86 $\pm$ 0,07
	11 a 11.9	0,82 $\pm$ 0,13	0,85 $\pm$ 0,09	-	-	0,81 $\pm$ 0,05	0,80 $\pm$ 0,06	0,86 $\pm$ 0,10
	12 a 12.9	0,80 $\pm$ 0,17	0,85 $\pm$ 0,09	0,76 $\pm$ 0,06	-	0,77 $\pm$ 0,04	0,81 $\pm$ 0,05	0,85 $\pm$ 0,08
	13 a 13.9	0,79 $\pm$ 0,15	0,85 $\pm$ 0,05	0,74 $\pm$ 0,05	-	0,77 $\pm$ 0,05	-	0,85 $\pm$ 0,07
	14 a 14.9	0,78 $\pm$ 0,08	0,85 $\pm$ 0,05	0,74 $\pm$ 0,08	0,84 $\pm$ 0,06	0,76 $\pm$ 0,05	-	0,86 $\pm$ 0,10
	15 a 15.9	0,78 $\pm$ 0,08	0,84 $\pm$ 0,05	0,71 $\pm$ 0,04	0,89 $\pm$ 0,06	0,74 $\pm$ 0,04	-	0,84 $\pm$ 0,08
	16 a 16.9	0,77 $\pm$ 0,08	0,84 $\pm$ 0,05	0,71 $\pm$ 0,04	-	0,75 $\pm$ 0,04	-	0,83 $\pm$ 0,10
	17 a 17.9	0,77 $\pm$ 0,07	0,84 $\pm$ 0,06	0,71 $\pm$ 0,04	0,84 $\pm$ 0,06	0,75 $\pm$ 0,04	-	0,83 $\pm$ 0,08
	Total	0,80 $\pm$ 0,12	0,85 $\pm$ 0,05	0,73 $\pm$ 0,06	0,86 $\pm$ 0,06	0,78 $\pm$ 0,05	0,83 $\pm$ 0,06	0,85 $\pm$ 0,09

DE: desviación estándar; ICC: índice cintura/cadera

De otro lado, el incremento armónico del peso y la CC en los diferentes grupos de edad se muestra en la relación inversa con el ICC, *-indicador de obesidad que expresa la buena interacción de los factores genéticos y ambientales-*. La población de este estudio muestra este comportamiento, reflejándose en los percentiles obtenidos, observándose un aumento en los valores de las circunferencias de la cintura y de la cadera, en ambos sexos. Esto podría explicarse por la influencia de la pubertad, factores neuroendocrinos y hormonales bajo control genético³⁵.

En España, el estudio realizado por González-Jiménez et al.²⁸, concluyó que el ICC era un indicador antropométrico útil en la predicción de hipertensión arterial y riesgo cardiovascular en población adolescente con exceso de peso, y con edades similares a las de este estudio. Sin embargo, los chicos de ICC del estudio de González-Jiménez et al.²⁸ fueron mayores a partir de los 11 años de edad, con respecto a la población de Bogotá, Colombia. Por su parte, en el estudio Alimentación y Valoración del Estado Nutricional en Adoles-

centes (Estudio AVENA), realizado en cinco provincias españolas (Granada, Madrid, Murcia, Santander y Zaragoza), se adoptó la valoración de la composición corporal como medida adicional en la predicción del riesgo cardiometabólico en el ámbito escolar³⁵. En nuestro estudio, el incremento en todas las edades de la CC, coincide con la evidencia científica disponible hasta el momento^{5,6}, ambiente construido y doble carga de malnutrición en población Colombiana¹. Una posible explicación para las diferencias en los percentiles *-especialmente en el grupo de adolescentes de este estudio-* se debe en parte a los distintos niveles de actividad física o las diferencias en la distribución de la grasa corporal. Recientemente, Rodríguez-Valero et al.³⁶ plantean que la actividad y la condición física se han encontrado asociadas de forma independiente con ciertos factores de riesgo cardiovascular en niños y adolescentes Colombianos. Ramírez-Vélez et al.³⁷ concluyen que el mantenimiento de la masa muscular en edades tempranas puede contribuir a una mayor tasa metabólica en reposo y en consecuencia tener un

efecto preventivo sobre la acumulación de la masa grasa. Adicionalmente, el incremento en prevalencia de dietas hipercalóricas y los bajos niveles de actividad física⁹ observada en niños Colombianos contribuyen al depósito del tejido graso a nivel abdominal y visceral en población joven³⁸. En este sentido, se necesitan trabajos que incluyan además de la medición de la composición corporal, determinantes ecológicos o del entorno de la actividad física como el acceso a los espacios de juego, disponibilidad de equipos, la ingesta dietética, el tabaquismo y el estrato socioeconómico, para comprender la multitud de factores que pueden influir en la composición corporal y estado nutricional de los escolares evaluados³⁹. En cuanto a la posible contribución de la estatura al ICC, Valenzuela et al.⁴⁰ observaron en sujetos jóvenes Chilenos, que al corregir la CC por estatura ya sea dividiéndola por ésta en forma simple, elevándola al cuadrado o al cubo, (Cintura/Estatura, Cintura/Estatura² o Cintura/Estatura³) se obtiene una mejor asociación con los factores de riesgo para ECV que con la CC, resultados que apoyan el uso del ICC como un indicador adecuado en el *screening* del riesgo cardiometabólico desde edades tempranas. Por otro lado, en población infantil, independientemente de sus características étnicas y ambientales, se observa una amplia variación en la edad de inicio de la maduración sexual²⁹. Como demuestran estudios locales^{16,17,41}, la población Colombiana, al igual que los niños Venezolanos, Cubanos, Argentinos y Chilenos y con gran similitud al patrón de los niños asiáticos, presenta tendencia hacia una maduración más temprana.

Actualmente ninguna medida antropométrica describe el exceso de peso o la obesidad de manera directa, en diferentes edades del ciclo vital por grupos de sexo debido a las diferencias en la densidad ósea, músculo y tejido adiposo. En este sentido, el ICC constituye un indicador útil para identificar a jóvenes que están en riesgo de desarrollar enfermedades cardiometabólicas relacionadas con el sobrepeso y la obesidad²⁸.

Como fue descrito anteriormente, un incremento en el ICC se considera un fuerte factor predictor de enfermedades cardiovasculares, no sólo en sujetos con exceso de peso u obesidad, sino también en sujetos con peso adecuado. En términos de promoción de la salud y prevención y control de la enfermedad cardiometabólica, poseer un elevado ICC sitúa al sujeto ante un riesgo independiente de enfermedad no transmisible²⁸. Si bien, se necesitan estudios que evalúen la coexistencia de otros factores de riesgo cardiovascular, con el objeto de demostrar la capacidad predictiva del ICC en nuestra población.

Las principales limitaciones del presente estudio son las inherentes a su carácter transversal y tipo de muestreo. No fueron incluidas otras variables potencialmente influyentes en la composición corporal tales como la etnia, nivel socioeconómico, estatus nutricional, niveles de actividad física o de condición física. Entre las fortalezas se encuentran que se trabajó con

una muestra poblacional numerosa y de ambos sexos lo que ofrece nuevas perspectivas acerca del estado de salud y nutrición de los escolares de Bogotá, Colombia, que deberán ser tenidas en cuenta por los actores involucrados en los ámbitos de planificación, decisión y ejecución de las políticas de salud. Adicionalmente, los valores de referencia del estudio FUPRECOL son relevantes para estudiar los factores de riesgo de enfermedades crónicas antes de que éstos aparezcan o sean de inicio reciente, para poder sugerir acciones que eviten su aparición o reduzcan su efecto a largo plazo.

En conclusión, la presentación de valores centiles, ayudarán a establecer comparaciones con otras poblaciones de referencia, y a estimar la proporción de escolares con cambios en su composición corporal. A pesar de su importancia, sencillez metodológica y utilidad clínica, la determinación del ICC todavía no forma parte de los protocolos de evaluación nutricional y del estado de salud de los escolares de Bogotá, Colombia.

Conflicto de intereses

Los autores del estudio declaran no tener conflicto de interés.

Agradecimientos

El presente trabajo forma parte del Proyecto FUPRECOL (Asociación de la Fuerza Prensil con Manifestaciones Tempranas de Riesgo Cardiovascular en Niños y Adolescentes Colombianos) financiado por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación Colciencias, Contrato N° 122265743978. Los autores envían un especial agradecimiento a los estudiantes de maestría en Actividad Física y Salud de la Universidad del Rosario (Centro de Estudios en Medición de la Actividad Física-CEMA) y a los jóvenes investigadores del Grupo GICAEDS de la Universidad Santo Tomás (Grupo CICAEDS) por el apoyo técnico, entrenamiento en las pruebas y asesoramiento científico/tecnológico para las mediciones de campo.

Referencias

1. Bejarano-Roncancio JJ, Parra DP. El TLC con USA: ¿una nueva transición nutricional? ¿Cómo influirá en el peso de los colombianos?. *Rev Fac Med*. 2014;62 (Supl 1):S7-8.
2. Popkin BM. Global nutrition dynamics: the world is shifting rapidly toward a diet linked with noncommunicable diseases. *Am J Clin Nutr*. 2006;84:289-98.
3. Sunguya BF, Ong KI, Dhakal S, Mlunde LB, Shibamura A, Yasuoka J, Jimba M. Strong nutrition governance is a key to addressing nutrition transition in low and middle-income countries: review of countries' nutrition policies *Nutr J*. 2014;13:65.
4. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América latina y el Caribe [Internet]. 2014 [citado 2015 Junio 24]. Disponible en: <http://goo.gl/daVmU5>

5. Sarmiento OL, Parra DC, González SA, González-Casanova I, Forero AY, García J. The dual burden of malnutrition in Colombia. *Am J Clin Nutr*. 2014;100(6):1628S-1635S.
6. Parra DC, Iannotti L, Gomez LF, Pachón H, Haire-Joshu D, Sarmiento OL, Kuhlmann AS, Brownson RC. The nutrition transition in Colombia over a decade: novel household classification system of anthropometric measures. *Arch Public Health*. 2015;73(1):12.
7. Lamus-Lemus F, Díaz D, Rincon CJ, Huertas M. Avances en la comprensión de la transición nutricional colombiana. *Rev Gerenc Polit Salud*. 2012; 11(23):121-133.
8. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. Encuesta de Situación Nutricional en Colombia 2010 ENSIN [Internet]. 2010 [citado 2015 abril 23]. Disponible en: <http://goo.gl/aZjTXI>
9. González S, Sarmiento O, Cohen D, Camargo D, Correa-Bautista J, Páez C, Ramírez-Vélez R. Results From Colombia's 2014 Report Card on Physical Activity for Children and Youth. *J Phys Act Health*. 2014;11(Suppl 1):S33-S44.
10. Ramírez-Vélez R, González Ruíz K, Correa-Bautista JE, Meneses-Echávez JF, Martínez-Torres J. Demographic and socioeconomic differences in consumption of sugarsweetened beverages among colombian children and adolescents. *Nutr Hosp*. 2015;31(6):2479-86.
11. World Health Organization (WHO) (1995). Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. Geneva: WHO Report Series 854. p. 2 – 3.
12. González-Ruiz K, Correa-Bautista JE, Ramírez-Vélez R. Evaluación del índice de adiposidad corporal en la predicción del porcentaje de grasa en adultos de Bogotá, Colombia. *Nutr Hosp*. 2015;32(1):55-60.
13. Herouvi D, Karanasios E, Karayianni C, Karavanaki K. Cardiovascular disease in childhood: the role of obesity. *Eur J Pediatr*. 2013;172(6):721-32.
14. Harsha DW, Bray GA. Body composition and childhood obesity. *Endocrinol Metab Clin North Am*. 1996;25(4):871-85.
15. Sabageh AO, Ojofeitimi EO. Prevalence of obesity among adolescents in Ile-Ife, Osun state, Nigeria using body mass index and waist hip ratio: A comparative study. *Niger Med J*. 2013;54(3):153-156.
16. Aguilar de Plata AC, Pradilla A, Mosquera M, Gracia de Ramírez AB, Ortega JG, Ramírez-Vélez R. Blood pressure centiles for Santiago de Cali-Colombian children and adolescents. *MED. UIS*. 2010;2:96-101.
17. Aguilar de Plata AC, Pradilla A, Mosquera M, Gracia de Ramírez AB, Ortega JG, Ramírez-Vélez R. Centile values for anthropometric variables in Colombian adolescents. *Endocrinol Nutr*. 2011;58(1):16-23.
18. Mederico M, Paoli M, Zerpa Y, Briceño Y, Gómez-Pérez R, Martínez JL, Camacho N, Cichetti R, Molina Z, Mora Y, Valeri L; Grupo de trabajo CREDEFAR. Reference values of waist circumference and waist/hip ratio in children and adolescents of Mérida, Venezuela: comparison with international references. *Endocrinol Nutr*. 2013;60(5):235-42.
19. González M, Aguilar J, García P, García Lopez J, Alvarez F, Padilla C. Prevalencia de sobrepeso y obesidad nutricional e hipertensión arterial y su relación con indicadores antropométricos en una población de escolares de Granada y su provincia. *Nutr Hosp*. 2011;26(5):1004-1010.
20. Rode E, Torres Y, Madrazo S, Sardiñas J, Calzado C, González P. Índice cintura/cadera contra perímetro de cintura para el diagnóstico del síndrome metabólico en niños y adolescentes. *Rev Cubana Endocrinol*. 2011; 22(3):182-195.
21. Rodríguez LE. Obesidad: fisiología, etiopatogenia y fisiopatología. *Rev Cubana Endocrinol*. 2003;14(2):1-5.
22. Fernández JR, Redden DT, Pietrobelli A, Allison DB. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican-American children and adolescents. *J Pediatr*. 2004; 145:439-44.
23. Schlesselman JJ. *Case-control studies: design, conduct, analysis*. New York: Oxford University Press; 1982.
24. Ruiz JR, España V, Castro J, Artero EG, Ortega FB, Cuenca M et al. ALPHA-fitness test battery: health-related field-based fitness tests assessment in children and adolescents. *Nutr Hosp*. 2011;26(6):1210-1214.
25. Tanner JM. Growth at adolescence. 2nd ed. London: Oxford: Blackwell Scientific Publication; 1962.
26. Matsudo SMM, Matsudo VKR. Self-assessment and physician assessment of sexual maturation in Brazilian boys and girls-concordance and reproducibility. *Am J Hum Biol*. 1994;6(4):451-455.
27. Weiner JS, Lourie JA. Practical human biology. 1 ed Londres:Academic Press; 1981. p.33-7.
28. González-Jiménez E, Montero-Alonso MA, Schmidt-RioValle J. Estudio de la utilidad del índice de cintura-cadera como predictor del riesgo de hipertensión arterial en niños y adolescentes. *Nutr Hosp*. 2013;8:1993-1998.
29. Bacopoulou F, Efthymiou V, Landis G, Rentoumis A, Chrousos G. Waist circumference, waist-to-hip ratio and waist-to-height ratio reference percentiles for abdominal obesity among Greek adolescents. *BMC Pediatrics*. 2015;1-9.
30. Klimek-Piotrowska W, Koziej M, Hołda M, Piątek K, Wszolek K, Tyska A, Kmiotek E, Pliczek M, Śliwińska A, Krauss K, Miszczyk M, Walocha J. Anthropometry and Body Composition of Adolescents in Cracow, Poland. *PLoS ONE*. 2015;27:1-12.
31. Mederico M, Paoli M, Zerpa Y, Briceño Y, Gómez-Pérez R, Martínez JL, et al. Valores de referencia de la circunferencia de la cintura e índice de la cintura/cadera en escolares y adolescentes de Mérida, Venezuela: comparación con referencias internacionales. *Endocrinol Nutr*. 2013;26:235-242.
32. Mushtaq M, Gull S, Abdullah H, Shahid U, Shad M, Akram J. Waist circumference, waist-hip ratio and waistheight ratio percentiles and central obesity among Pakistani children aged five to twelve years. *BMC Pediatrics*. 2011;11:1-15.
33. Bamoshmoosh M, Massetti L, Aklán H, Al-Karewany M, Al-Goshah H, Modesti PA. Central obesity in Yemeni children: A population based cross-sectional study. *World J Cardiol*. 2013;26: 295-304.
34. Chrzanowska M, Suder A, Kruszelnicki P. Tracking and risk of abdominal obesity in the adolescence period in children aged 7-15. The Cracow Longitudinal Growth Study. *Am J Hum Biol*. 2012; 24 (1): 62-7.
35. Labayen I, Moreno LA, Blay MG, Blay VA, Mesana MI, Gonzalez-Gross M, et al. Early Programming of Body Composition and Fat Distribution in Adolescents, The AVENA-Study. *J Nutr*. 2006;1:147-152.
36. Rodríguez-Valero FJ, Gualteros JA, Torres JA, Umbarila-Espinosa LM, Ramírez-Vélez R. Asociación entre el desempeño muscular y el bienestar físico en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia. *Nutr Hosp*. 2015;32(4):1559-1566.
37. Ramírez-Vélez R, Meneses-Echavez JF, González-Ruiz K, Correa JE. Muscular fitness and cardiometabolic risk factors among Colombian young adults. *Nutr Hosp*. 2014;30(4):769-75.
38. Ramírez-Vélez R, González Ruíz K, Correa-Bautista JE, Meneses-Echávez JF, Martínez-Torres J. Demographic and socioeconomic differences in consumption of sugarsweetened beverages among colombian children and adolescents. *Nutr Hosp*. 2015;31(6):2479-86.
39. López-Jaramillo P. La Epidemia de las Enfermedades Cardio-metabólicas en Latinoamérica: Características diferentes que requieren acciones particulares. *Rev Colomb Cardiol*. 2008; 15(4):153-160.
40. Valenzuela K, Bustos P. Waist:height ratio as a predictor of risk of hypertension in young adults: is it better indicator that waist circumference. *Arch Latinoam Nutr*. 2012;62(3):220-6.
41. Gracia B, de Plata C, Rueda Á, Pradilla A. Antropometría por edad, género y estrato socioeconómico de la población escolarizada de la zona urbana de Cali. *Colomb Med*. 2003; 34:61-8.



Original/*Pediatría*

Trastornos de la lactancia materna y otros factores asociados a la pérdida de peso neonatal excesiva en un hospital de la Seguridad Social en Lima, Perú

Melissa Berger-Larrañaga^{1*}, Claudia Bustamante-Abuid^{1*}, Silvia Díaz-Vergara^{1*},
Julio Tresierra-Cabrera^{1,2,3}, Percy Mayta-Tristán^{1,2} y Eddy R. Segura^{1,2}

¹Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima. ²Escuela de Medicina, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima. ³Servicio de Neonatología, Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen, EsSalud, Lima, Perú.

*Las tres autoras tesisistas contribuyeron igualmente en este artículo. El orden de aparición de las tres autoras está basado en estricto orden alfabético. Esta investigación ha sido ejecutada para satisfacer los requerimientos de graduación de las tres tesisistas como Licenciadas en Nutrición y Dietética por la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) en Lima, Perú.

Resumen

Introducción: durante los primeros días de vida la madre es la principal fuente de alimento para el recién nacido. Sin embargo, es común que la madre presente trastornos de la lactancia y se genere una pérdida de peso neonatal superior a la fisiológica.

Objetivo: estimar la magnitud y asociación entre los trastornos de la lactancia y la pérdida de peso neonatal superior a la fisiológica en neonatos en el área de alojamiento conjunto de un servicio de neonatología en un hospital de la Seguridad Social en Lima, Perú.

Métodos: estudio de tipo transversal analítico. Registramos el peso neonatal en una evaluación de rutina (entre las 24 y 72 horas de vida) y lo comparamos con el peso al nacer. La pérdida de peso excesiva fue definida como una diferencia igual o mayor al 7%. Mediante una encuesta y una verificación visual investigamos los trastornos de la lactancia materna (retraso en el inicio, posición de la boca, duración de la lactancia, frecuencia de la lactancia, sobreabrigo, dolor en el pezón y forma de la C). La asociación entre la pérdida de peso excesiva y los trastornos, ajustada por otros factores, fue cuantificada mediante un modelo lineal generalizado múltiple.

Resultados: en 18,8% (74/393) de los neonatos, la pérdida de peso excesiva fue igual o superior al 7% del peso al nacer. La posición inadecuada de la boca en el pezón estuvo presente en el 53,7% (211/393) de los neonatos, mientras que el dolor en el pezón fue reportado en el 44,0% (173/393) de las madres. En el análisis ajustado, el dolor en el pezón [RP = 1,50 (IC95%:1,02-2,22)] y la posición inadecuada de la boca [RP = 1,67 (IC95%:1,09-2,57)] estuvieron asociados a una mayor pérdida de peso excesiva.

BREASTFEEDING PROBLEMS AND OTHER FACTORS ASSOCIATED WITH EXCESSIVE NEONATAL WEIGHT LOSS IN A SOCIAL SECURITY HOSPITAL IN LIMA, PERU

Abstract

Introduction: during the first days of life the mother is the main source of nutrients for the newborn. However, breastfeeding difficulties are common and may generate excessive neonatal weight loss.

Objective: estimate the magnitude and association between breastfeeding problems and excessive neonatal weight loss beyond the physiological norm in the neonatology ward in a social security hospital in Lima, Peru.

Methods: we conducted a cross sectional analysis of the recorded neonatal weight in a routine evaluation (between 24 and 72 hours of life) and compared it against birth weight. Excessive weight loss was defined as a difference greater than or equal to 7%. Breastfeeding problems (defined as problems with breastfeeding initiation, mouth position, breastfeeding duration, breastfeeding frequency, too much clothing, nipple pain and C form) were investigated using a survey and visual verification. The association between excessive weight loss and breastfeeding problems, adjusted by other factors, was quantified using a multiple generalized linear model.

Results: excessive weight loss was present in 18.8% (74/393) of the newborns. Improper positioning of the mouth on the nipple was present in 53.7% (211/393) of neonates while nipple pain was reported by 44.0% (173/393) of mothers. In the adjusted analysis, nipple pain [PR = 1.50 (95% CI: 1.02 to 2.22)] and improper positioning of the mouth [PR = 1.67 (95% CI: 1.09- 2.57)] were associated with an increased occurrence of excessive neonatal weight loss.

Correspondencia: Claudia Bustamante-Abuid.
Condominio San Francisco A37
Las Lagunas, La Molina.
Lima-Perú.
E-mail: caro_ba89@hotmail.com

Recibido: 9-VII-2015.
Aceptado: 20-VIII-2015.

Conclusiones: los trastornos de la lactancia son comunes. Estos factores están directa y positivamente asociados a una mayor pérdida de peso excesiva. La introducción de mejoras en las prácticas de lactancia, por ejemplo mediante programas educativos, podría disminuir la pérdida de peso neonatal excesiva.

(Nutr Hosp. 2015;32:2062-2070)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9462

Palabras clave: *Pérdida de peso neonatal. Pérdida de peso neonatal mayor a la fisiológica. Pérdida de peso neonatal excesiva. Periodo neonatal temprano. Lactancia materna. Trastornos de la lactancia materna.*

Abreviaturas

AAC: Área de alojamiento conjunto.
HNGAI: Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen.
RN: Recién Nacido.
LME: Lactancia Materna Exclusiva.
PP: Pérdida de peso.
CPN: Controles pre-natales.

Introducción

La etapa de la vida neonatal es un momento crítico para la supervivencia con diversos cambios y adaptaciones fisiológicas. La pérdida de peso (PP) es uno de estos y, clínicamente, es aceptable una PP “normal” o “fisiológica” durante los siete primeros días de vida¹. Sin embargo, sus valores de normalidad no están uniformemente establecidos. Por ejemplo, algunos estudios reportan un rango entre el 5% y 7,7% como pérdida de peso máxima durante las primeras 72 horas de vida²⁻⁶.

La PP excesiva puede estar asociada a patologías neonatales⁷. Casi el 75% del peso del neonato es agua por lo cual ellos tienen una alta dependencia a la administración de líquidos para evitar la deshidratación⁸. Una PP excesiva está asociada a condiciones como: deshidratación hipernatrémica, acidosis metabólica, enterocolitis necrotizante, trastornos de la glicemia y choque hipovolémico; los que pueden llevar a secuelas permanentes o muerte⁹⁻¹². Entonces, la PP excesiva puede ser un indicador de deshidratación u otras condiciones que pueden llevar a la muerte neonatal rápidamente si es que no son detectadas a tiempo para un tratamiento pronto.

Una de las causas más importantes de la PP excesiva del neonato son los trastornos de lactancia materna¹³⁻¹⁵. Esta es la principal fuente de alimentación y debe ser examinada con detenimiento. Algunos de los trastornos de la lactancia materna son el retraso en su inicio, inadecuada posición de la boca, duración prolongada, frecuencia inadecuada, sobreabrigo, dolor en el pezón y forma inadecuada de la C.¹⁶⁻²². Todas estas pueden

Conclusions: breastfeeding problems are common. These difficulties are significantly associated with an increased occurrence of excessive neonatal weight loss. Improvements in breastfeeding practices, for example through educational programs, may decrease the occurrence of excessive neonatal weight loss.

(Nutr Hosp. 2015;32:2062-2070)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9462

Key words: *Neonatal weight loss. Neonatal weight loss greater than the physiological norm. Neonatal excessive weight loss. Early neonatal period. Exclusive breastfeeding. Breastfeeding problems.*

contribuir a una PP excesiva del neonato por insuficiente ingesta de leche materna.

Actualmente, en el Perú no hemos identificado estudios que evalúen la PP, normal o excesiva, y su relación con los trastornos de la lactancia materna. Comprender la magnitud y dinámica de esta relación es la base para diseñar programas educativos dirigidos a madres para reforzar la lactancia materna con técnica correcta y, potencialmente, reducir los casos de deshidratación neonatal²³. Además, usualmente un neonato sano sin complicaciones es dado de alta entre las 18 y 72 horas de vida y es teóricamente posible que exista algún tipo de deshidratación no detectada, o en curso a convertirse en pérdida de peso excesiva, si la técnica de lactancia materna no fue adecuada. Entonces, cuantificar la PP en este periodo y su relación con la lactancia inadecuada permitirá documentar y conocer mejor las consecuencias de esta última y potencialmente una detección más temprana^{9-12, 24}.

Este estudio tiene como objetivos principales determinar la prevalencia de pérdida de peso excesiva (mayor a la fisiológica) en el periodo neonatal temprano, determinar su asociación con características y trastornos de la lactancia materna, y explorar la asociación de la PP excesiva con otras características del neonato y la madre.

Métodos

Diseño del estudio y contexto

Realizamos un estudio de tipo transversal analítico en el Área de Alojamiento Conjunto (AAC) del Servicio de Neonatología del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen (HNGAI) en Lima, Perú, durante los meses de Febrero a Abril del 2014. El AAC brinda alojamiento a 35 puérperas y sus recién nacidos que no presentan complicaciones graves. Según el tipo de parto (cesárea o eutócico) permanecen entre 24 a 72 horas. El HNGAI se caracteriza por ser un hospital que pertenece al sistema de salud de la seguridad social del Perú, financiado con fondos públicos y privados y es centro de referencia de pacientes de alto riesgo a nivel nacional.

Población diana de estudio y elegibilidad

La población de interés para este estudio fueron los neonatos sanos y sus madres del AAC. En este hospital aproximadamente 90% de todas las gestantes atendidas son de alto riesgo y 60% de los neonatos nacen por cesárea. No fueron elegibles de participar neonatos en tratamiento por probable sepsis, transferidos a unidades de cuidados intensivos e intermedios, ni casos con contraindicación absoluta de lactancia materna. Incluimos neonatos nacidos a término (edad gestacional mayor o igual a 37 semanas), con 2500 gramos o más al nacer, hospitalizados en el AAC con la madre al momento del enrolamiento y con un tiempo de vida entre 24 y 72 horas inclusive. De este grupo excluimos a quienes no desearon participar, las altas precoces y casos con datos incongruentes que indicaban ganancia de peso y no pérdida. Enrolamos a las diadas de estudio (neonato-madre) en forma no probabilística y de forma consecutiva simple hasta alcanzar el tamaño de muestra. La figura 1 muestra el flujo de pacientes finalmente elegidos para el estudio.

Definición y medición de variables

La variable dependiente en este estudio fue la PP excesiva (mayor a la fisiológica) durante el periodo neona-

tal temprano definido como una pérdida igual o mayor al 7% en las primeras 72 horas de vida con respecto al peso al nacer. El peso al nacer fue obtenido según el protocolo del HNGAI. El peso de comparación fue obtenido en una medición entre las 24 y 72 horas de vida. Como no todos los neonatos fueron evaluados en el mismo momento, también consignamos las horas de vida al momento de la evaluación. Para asegurar que el peso fuera el correcto, se calibraron todas las balanzas del área de neonatología del hospital. Ambos pesos fueron obtenidos de la historia clínica del recién nacido (RN).

Las principales variables de exposición en nuestro estudio fueron ocho características de lactancia materna, de las cuales siete (excluyendo tipo de lactancia) corresponden a trastornos de la lactancia. Las describimos a continuación. Tipo de lactancia [Materna Exclusiva (LME) o Suplementada con Formula Maternizada] reportada por la madre y comparada con la historia clínica. El inicio de la lactancia reportado por la madre ("Precoz" cuando fue antes de la primera hora de vida, "Tardía" si fue más allá de la primera hora de vida; pero antes de las 6 horas; y "Muy Tardía" si fue más allá de las 6 horas de vida¹⁶). Posición de la boca en la areola del pezón (observada directamente por 3 minutos y calificada como "Adecuada" cuando la boca cubría todo el contorno del pezón de la madre para que haya un buen agarre¹⁷ de lo contrario era "In-

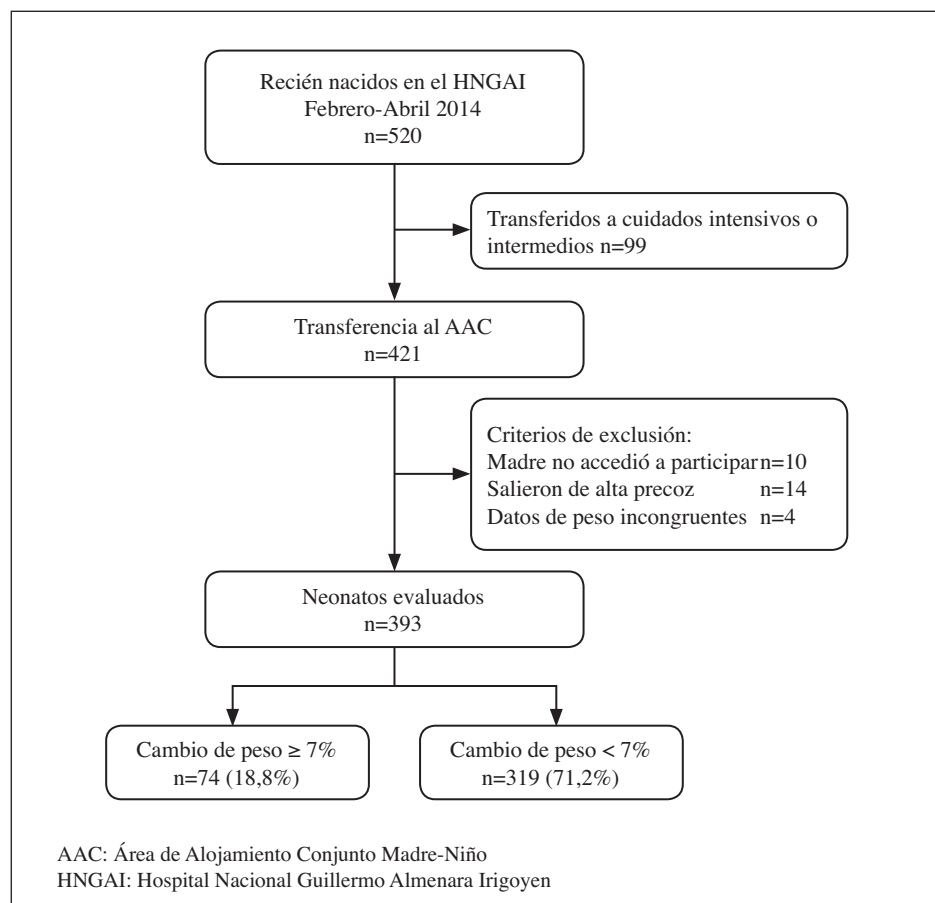


Fig. 1.—Flujograma que muestra los sujetos incluidos y excluidos en el estudio a partir de la población inicial.

adecuada”). Duración de la lactancia (reportada por la madre y calificada como “Inadecuada” si el tiempo de lactancia era menor a 10 minutos o mayor a 20 minutos¹⁸, caso contrario era “Adecuada”). Frecuencia de lactancia (reportada por la madre y considerada como “Inadecuada” si esta era menor a 2 o mayor a 4 horas, caso contrario era “Adecuada”¹⁹). Sobreabrigó (observamos cuántas prendas de vestir tenía el neonato mientras lactaba: El bebé no debía tener más de dos piezas de vestir y una pieza equivalía a un enterizo. Cuando se observó más de dos prendas se consideró que había “Sobreabrigó”²⁰). Dolor en el pezón de la madre (Preguntamos a la madre si presentaba dolor en el pezón al momento del amamantamiento²¹). Forma de la C (observada mientras la madre le daba de lactar al neonato: El dedo pulgar debía estar encima del pezón y el dedo índice por debajo formando una “C” con los dedos para poder coger el contorno del pezón y así facilitar la succión²²).

También estudiamos otras covariables de la madre (edad, nivel educativo, gestaciones previas, controles prenatales de la gestación reciente, y el tipo de parto de la gestación reciente), y del neonato (sexo, peso al nacer, tiempo de vida al momento de la evaluación del peso de comparación, y peso de comparación entre las 24 y 72 horas).

Aspectos éticos y regulatorios

La aprobación para la ejecución del estudio y el uso de sus instrumentos fueron emitidas por los comités de ética del HNGAI y de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Todas las madres puérperas atravesaron el proceso del consentimiento informado. Todos los datos fueron recogidos sin identificadores de cualquier tipo. Cabe mencionar que aquellos casos que presentaron una pérdida de peso mayor a la fisiológica de acuerdo a la definición de nuestro estudio fueron reportados al médico neonatólogo encargado y a su equipo de trabajo en el Servicio.

Tamaño de muestra y análisis estadístico

El tamaño de muestra fue calculado a partir de una prevalencia esperada de 18,5% para la pérdida de peso neonatal excesiva según la bibliografía revisada²⁻⁶. Esta prevalencia fue asumida para la categoría basal (de referencia o no expuesto) de las variables de exposición. Así, para detectar una Razón de Prevalencias Cruda de al menos 2.0 se requiere 90 sujetos por cada nivel de la variable de exposición. Para el caso de variables de exposición con 3 categorías, entonces se requeriría en total al menos 270 sujetos. Dado que realizaríamos un análisis multivariado decidimos incrementar esta muestra mínima en 50% para compensar los ajustes y ponderaciones (405 sujetos). Todos los cálculos de tamaño de muestra fueron realizados utilizando el programa

PASS versión 11 (NCSS, LLC. Kaysville, Utah, USA. www.ncss.com). Los análisis descriptivos se realizaron con medianas y rangos intercuartílicos (RIC) para las variables numéricas (dada su distribución no normal) y con frecuencias absolutas y relativas para las variables categóricas. En el análisis bivariado las pruebas de Chi cuadrado y Mann-Whitney fueron usadas para evaluar la asociación entre la variable “pérdida de peso excesiva” dicotomizada y las demás variables, incluyendo los trastornos de la lactancia. Utilizamos modelos lineales generalizados (GLM) de tipo Log-Binomial para estimar las razones de prevalencia (Prevalencia de PP excesivo en grupo expuesto/Prevalencia de PP excesivo en grupo no expuesto) tanto crudas como ajustadas con sus respectivos intervalos de confianza al 95%. Las estimaciones ajustadas fueron calculadas con un modelo múltiple que incluyó concurrentemente a aquellas variables que fueron significativas con un $p < 0,20$ en el análisis bivariado previo. El ajuste fue realizado con otras variables maternas y neonatales escogidas también bajo el mismo criterio. El tiempo de vida, aunque no fue significativo en el análisis bivariado, fue incorporado en el análisis GLM múltiple dado que la pérdida de peso normalmente ocurre a lo largo de los primeros días de vida y es, conceptualmente, una variable que no puede ser obviada. Todos los análisis fueron realizados usando el software Stata versión 13.1 para Windows (Stata Corp, College Station, Texas, US).

Resultados

El número de neonatos finalmente incluidos fue de 393 (ver flujograma en la Figura 1). La edad de las madres oscilaba entre 16 y 44 años, 54,2% (213/393) tenía solamente educación secundaria y 28,0% (110/393) eran primigestas. Los neonatos evaluados tuvieron una variación porcentual de su peso, con respecto al peso al nacer, entre 0,26% y 13,4%. El 18,8% (74/393) tuvieron una pérdida de peso excesiva. Al momento de la evaluación, entre las 24 y 72 horas, el grupo con pérdida de peso excesiva tenía una mediana del tiempo de vida igual a 42 horas (RIC: 38-48), mientras que el otro grupo tuvo una mediana de 34 horas (RIC: 28-43). Otras características de las mujeres, sus neonatos y su asociación con la pérdida de peso excesiva se muestran en la tabla I.

Entre las características de la lactancia estudiadas destacan que el 60,3% (237/993) tuvo lactancia de tipo mixta y 38,7% (152/393) tuvo inicio precoz de la lactancia. La posición de la boca del neonato en el pezón y el dolor en el pezón estuvieron asociadas con la pérdida de peso excesiva ($p < 0,05$) en el análisis bivariado. Los resultados de estas y otras variables y su asociación con la pérdida de peso se muestran en la tabla II.

Las razones de prevalencia (RP), tanto crudas como ajustadas, se encuentran en la tabla III. La posición inadecuada de la boca en el pezón y el dolor en el pezón estuvieron asociados con un incremento del 67% y

Tabla I
Características de la madres, sus recién nacidos y su asociación con la pérdida de peso excesivo en un hospital de la seguridad social en Lima, Perú (n=393)

Característica	Total (n=393)		Cambio de peso ≥ 7% (n=74)		Cambio de peso < 7% (n=319)		p
	n	%	n	(%)	n	(%)	
Características de la madre							
Edad (años)							
Mediana y (RIC)	30	(26-34)	30	(26-35)	30	(26-34)	0,98**
Nivel educativo							
Primaria	35	(8,9)	9	(12,2)	26	(8,2)	0,36*
Secundaria	213	(54,2)	42	(56,7)	171	(53,6)	
Superior	145	(36,9)	23	(31,1)	122	(38,2)	
Antecedentes de gestación							
Primigesta	110	(28,0)	20	(27,0)	90	(28,2)	0,84*
Multigesta	283	(72,0)	54	(73,0)	229	(71,8)	
Controles pre-natales							
Mediana y RIC	7	(5-7)	6	(5-7)	7	(6-7)	<0,05**
Tipo de parto							
Eutócico	108	(27,5)	9	(12,2)	99	(31,0)	<0,05*
Cesárea	285	(72,5)	65	(87,8)	220	(69,0)	
Características de neonato							
Sexo							
Masculino	226	(57,5)	43	(58,1)	183	(57,4)	0,97*
Femenino	167	(42,5)	31	(41,9)	136	(42,6)	
Peso al nacer (gramos)							
Mediana y RIC	3250	(2950-3600)	3350	(3000-3610)	3230	(2900-3600)	0,36**
Tiempo de vida al momento de la evaluación (horas)							
Mediana y RIC	37	(29-45)	32	(38-48)	34	28-43	0,84**
Peso al momento de la evaluación (gramos)							
Mediana y RIC	3100	(2800-3450)	3065	(2720-3320)	3100	(2800- 3470)	<0,05**

Todos los números entre paréntesis son porcentajes, excepto para las variables edad, controles prenatales, tiempo de vida y peso en los que se muestra el rango intercuartílico.

Todos los porcentajes muestra la distribución de las variables categóricas en el sentido de las columnas

*Evaluado mediante la prueba de Chi cuadrado

**Evaluado mediante la prueba de Mann-Whitney

50%, respectivamente, en la ocurrencia de pérdida de peso excesiva. La magnitud de la asociación de otros factores también se muestra en la tabla III.

Discusión

En el presente estudio nos hemos enfocado en neonatos con un máximo de 72 horas de vida, ya que es el

tiempo que usualmente permanecen en el AAC antes del alta. Evaluamos el peso de los RN a partir de las 24 horas de vida con el fin de detectar en forma temprana la pérdida de peso. Como la mayoría de neonatos son dados de alta desde las 24 horas de vida consideramos que nuestra estrategia puede haber detectado casos de PP excesiva, así como sus potenciales complicaciones como la deshidratación hipernatémica^{1, 24} que podrían reingresar al hospital a través del servicio de emergen-

Tabla II
Características de la lactancia y su asociación con la pérdida de peso excesiva en un hospital de la seguridad social de Lima, Perú (n=393)

<i>Características de la lactancia</i>	<i>Total (n=393)</i>		<i>Cambio de peso ≥ 7% (n=74)</i>		<i>Cambio de peso < 7% (n=319)</i>		<i>p</i>
	<i>n</i>	<i>(%)</i>	<i>n</i>	<i>(%)</i>	<i>n</i>	<i>(%)</i>	
Tipo							
Exclusiva	156	(39,7)	32	(43,2)	124	(38,9)	0,49*
Mixta	237	(60,3)	42	(56,8)	195	(61,1)	
Inicio de la lactancia							
Precoz (<1 horas)	152	(38,7)	31	(41,9)	121	(37,9)	0,23*
Tardía (1-6 horas)	117	(29,8)	16	(21,6)	101	(31,7)	
Muy tardía (>6 horas)	124	(31,5)	27	(36,5)	97	(30,4)	
Posición de la boca							
Adecuada	182	(46,3)	23	(31,1)	159	(49,8)	<0,05*
Inadecuada	211	(53,7)	51	(68,9)	160	(50,2)	
Tiempo de la lactancia							
< 10 min	187	(47,6)	31	(41,9)	156	(48,9)	0,47*
10 a 20 min	74	(18,8)	17	(23,0)	57	(17,9)	
> 20 min	132	(33,6)	26	(35,1)	106	(33,2)	
Frecuencia							
< 2 horas	222	(56,5)	50	(67,6)	172	(53,9)	0,10*
De 2-4 horas	59	(15,0)	9	(12,1)	50	(15,7)	
>4 horas	112	(28,5)	15	(20,3)	97	(30,4)	
Sobrealimento							
Sí	256	(65,1)	50	(67,6)	206	(64,6)	0,63*
No	137	(34,9)	24	(32,4)	113	(35,4)	
Dolor en el pezón							
Sí	173	(44,0)	40	(54,1)	133	(41,7)	<0,05*
No	220	(56,0)	34	(45,9)	186	(58,3)	
Forma de la C							
Adecuada	184	(46,8)	35	(47,3)	149	(46,7)	0,93*
Inadecuada	209	(53,2)	39	(52,7)	170	(53,3)	

Todos los números entre paréntesis son porcentajes

Todos los porcentajes muestran la distribución de las variables categóricas en el sentido de las columnas

*Evaluado mediante la prueba de chi cuadrado

cia. Un estudio realizado en Canadá evidencio que la media de pérdida de peso a las 60 horas de vida fue de 6,5% y a las 72 horas de vida fue de 5,7% lo cual indica que los RN eventualmente recuperan su peso de nacimiento²⁵. Entender la dinámica del cambio de peso neonatal en la primera semana de vida.

En nuestro estudio el 18,8% de RN perdieron más del 7% de su peso durante las primeras 72 horas de vida. En un estudio realizado en Los Estados Unidos, el 20,8% de los RN perdieron 7% o más de su peso al

nacer a las 48 horas de vida²⁶. En otro estudio, también en los Estados Unidos, el 19,8% de los RN perdieron más del 7% de su peso en las primeras 72 horas de vida²⁷. Del mismo modo, los resultados fueron similares a lo reportado en la literatura.

La PP y el tiempo de vida están relacionados. En nuestro estudio encontramos que aquellos neonatos que presentaron más tiempo de vida, tuvieron una mayor PP. Esto se debe a que la pérdida peso aumenta progresivamente en los primeros días de vida y llega

Tabla III
Razones de prevalencias crudas y ajustadas de los factores asociados a pérdida de peso excesiva en un hospital de la seguridad social de Lima, Perú (n=393)

Variables	Estimaciones crudas			Estimaciones ajustadas		
	RPc	(IC95%)	P	RPa	(IC 95%)	p
Controles prenatales						
1-3 visitas	1,00	Referencia		1,00	Referencia	
4-6 visitas	0,51	(0,31 – 0,83)	<0,05	0,63	(0,39 – 1,01)	0,06
7-9 visitas	0,22	(0,13 – 0,39)	<0,05	0,28	(0,16 – 0,48)	<0,05
Tipo de parto						
Normal	1,00	Referencia		1,00	Referencia	
Cesárea	2,74	(1,41 – 5,30)	<0,05	2,2	(1,19 – 4,12)	<0,05
Tiempo de vida						
24-35 horas	1,00	Referencia		1,00	Referencia	
36-47 horas	3,96	(2,25 – 6,97)	<0,05	3,48	(2,01 – 6,02)	<0,05
48-72 horas	3,42	(1,81 – 6,50)	<0,05	3,73	(2,07 – 6,73)	<0,05
Posición de la boca						
Adecuada	1,00	Referencia		1,00	Referencia	
Inadecuada	1,91	(1,22 – 3,00)	<0,05	1,67	(1,09 – 2,57)	<0,05
Frecuencia						
<2 horas	1,00	Referencia		1,00	Referencia	
2-4 horas	0,68	(0,35 – 1,30)	0,24	0,87	(0,44 – 1,74)	0,69
> 4 horas	0,59	(0,35 – 1,01)	0,06	0,75	(0,47 – 1,21)	0,24
Dolor en el pezón						
No	1,00	Referencia		1,00	Referencia	
Si	1,50	(0,99 – 2,25)	0,06	1,50	(1,02 – 2,22)	<0,05

Todos los valores entre paréntesis son intervalos de confianza de las RP

RPc: Razón de prevalencia cruda

RPa: Razón de prevalencia ajustada

IC95%: Intervalo de confianza al 95%

a su punto máximo a las 72 horas^{4, 28}. Luego, los RN comienzan a subir su peso hasta recuperarlo hacia el final de la primera semana de vida²⁵.

Existe una alta proporción de neonatos nacidos por cesárea en nuestro estudio debido a que el HNGAI es un centro de referencia nacional donde se atienden partos en su mayoría complicados o de alto riesgo obstétrico. Esto está asociado también con una mayor prevalencia de PP en RN²⁹.

Los trastornos de lactancia materna en sí son muy frecuentes. En nuestro estudio la posición inadecuada de la boca en la areola del pezón estuvo presente en poco más de la mitad de los neonatos investigados. En Argentina, un estudio con 328 púerperas en 4 hospitales identificó que el 70% de recién nacidos tuvieron una posición y agarre inadecuados durante el amamantamiento³⁰. Este trastorno, que es muy frecuente, podría ser de fácil corrección con una buena intervención educativa.

Otro punto importante es el control prenatal, pues permite realizar consejería temprana sobre la técnica de lactancia materna y especificar los beneficios que esta trae para el bebé y la madre. Sin embargo, no todas las gestantes realizan un control prenatal completo. Un estudio realizado en el Hospital Nacional Arzobispo Loayza en Lima que evaluó a 455 gestantes documentó que 115 gestantes (25,3%) tuvieron un control prenatal inadecuado teniendo un riesgo 6 veces superior para tener un RN prematuro y 4 veces para un RN con peso bajo al nacer. Por tanto, afirman que puede restringirse el número de visitas a 5 en embarazos no complicados, sin un incremento en la morbilidad materno perinatal, e incidir en exámenes especiales solo de ser necesario³¹. Estos hallazgos concuerdan con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), quienes recomiendan 5 CPN en casos sin complicaciones³². Asimismo, los datos obte-

nidos a nivel nacional del ENDES, muestran que el 94,4% de madres tiene a partir de 4 CPN³³. En nuestro estudio aunque el número de controles en general fue alto, la mediana de controles fue menor en el grupo con pérdida de peso excesiva.

En relación al número de gestaciones, era esperable que la gestante multigesta tenga mayor experiencia y probablemente una mejor técnica de amamantamiento. Sin embargo, esto no tuvo relación significativa con la PP en nuestro estudio. Un estudio realizado en Uruguay que evaluó a 182 madres muestra que sí hay relación entre la experiencia previa y el número de hijos dado que estas se asocian con una disminución de las complicaciones materno-neonatales³⁴. Por ello, se considera importante que tanto la madre primeriza como la multípara aprenda una correcta técnica de lactancia para poder evitar la PP en el RN.

La mayoría de RN que recibió fórmula tuvo una mayor PP en comparación a los que recibieron LME. Sin embargo, en otros estudios se evidencia lo contrario, los RN alimentados con fórmula presentaron una menor PP^{2, 28, 35}. Esto se debe a que en el hospital les dan muy poca cantidad de fórmula para promover la lactancia y evitar la deshidratación, lo cual se asemeja a estudios donde hubo una mayor pérdida de peso en aquellos neonatos que reciben menos fórmula en comparación a los que reciben mayores cantidades²⁷. En otro estudio realizado en California se evaluó la PP entre 5 – 7,5% en tres grupos de RN que recibieron: LME, poca fórmula (1 a 60ml de fórmula), y mucha fórmula (>60ml de fórmula). Se obtuvo que el 24%, 33% y 22% perdió dicho peso respectivamente⁷.

Nuestro estudio tiene limitaciones que deben ser tomadas en cuenta. En primer lugar, no hemos medido lo ocurrido durante las primeras 24 horas de vida y ello podría tener influencia sobre el cambio de peso y sobre la técnica de lactancia de las madres. Luego, algunas características de la lactancia no fueron verificadas directamente sino solo reportadas oralmente por la madre tales como el inicio precoz de la lactancia, la duración y frecuencia de la lactancia y el dolor en el pezón, lo cual puede constituir un sesgo de información. La balanza utilizada era manual, y fue calibrada por las enfermeras diariamente, sin embargo, esta calibración no fue supervisada por las investigadoras. Finalmente, la evolución de la técnica de la lactancia y la educación sobre su correcta ejecución, que recibieron las puérperas durante la estancia hospitalaria tampoco fueron medidas en este estudio. Sin embargo, consideramos que a pesar de estas limitaciones nuestro estudio brinda una primera valoración de una problemática común.

Este estudio demuestra que existe una alta prevalencia de trastornos de lactancia, los cuales aumentan el riesgo de pérdida de peso en el recién nacido y todas las complicaciones que esto trae. Todo ello, podría prevenirse con una adecuada educación desde los CPN hasta la estadía del RN en el ACC. Se recomienda que

las madres durante el control prenatal reciban consejería y cuando se encuentren en el área de alojamiento conjunto se evalúe de manera activa para poder corregir los trastornos de manera temprana y prevenir así, la PP. Por otro lado, las madres cesareadas deberían tener un acercamiento precoz con el RN, para evitar complicaciones.

Agradecimientos

Al personal asistencial del Servicio de Neonatología del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen por el apoyo recibido durante el desarrollo del trabajo. A Claudia Ontaneda, Cesar Ugarte-Gil y Pascual Chiarella por sus valiosos aportes y críticas revisiones al manuscrito.

Referencias

1. Wright CM, Parkinson KN. Postnatal weight loss in term infants: what is normal and do growth charts allow for it? *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2004;89:F254-257.
2. Podratz RO, Broughton DD, Gustafson DH, Bergstralh EJ, Melton LJ 3rd. Weight loss and body temperature changes in breast-fed and bottle-fed neonates. *Clin Pediatr (Phila).* 1986; 25:73-77.
3. Maisels MJ, Gifford K. Breast-feeding, weight loss, and jaundice. *J Pediatr.* 1983;102:117-118.
4. Noel-Weiss J, Courant G, Woodend AK. Physiological weight loss in the breastfed neonate: a systematic review. *Open Med.* 2008;2:e99-e110.
5. Rodríguez G, Ventura P, Samper MP, Moreno L, Sarría A, Pérez-González JM. Changes in body composition during the initial hours of life in breast-fed healthy term newborns. *Biol Neonate.* 2000;77:12-16.
6. Yildizdas HY, Satar M, Tutak E, Narl N, Büyükelcik M, Özlü F. May the best friend be an enemy if not recognized early: hypernatremic dehydration due to breastfeeding. *Pediatr Emerg Care.* 2005;21:445-448.
7. Chantry CJ, Nommsen-Rivers LA, Pearson JM, Cohen RJ, Dewey KG. Excess weight loss in first-born breastfed newborns relates to maternal intrapartum fluid balance. *Pediatrics.* 2011;127: e171-179.
8. Frontera-Izquierdo P, Cabezo-Huerta G, Monteagudo-Montesinos E. Pérdida de peso del 75% en neonatos. En "Líquidos y electrolitos en pediatría: Guía básica". Barcelona: Elsevier España; 2005.
9. Peñalver-Giner O, Gisbert-Mestre J, Casero-Soriano J, Bernal-Ferrer A, Oltra-Benavent M, Tomás-Vila M. Deshidratación hipernatémica asociada a lactancia materna. *An Pediatr (Barc).* 2004;61:340-343.
10. Sánchez-Consuegra R, Escorcía C, Peñaranda D, Rivera LM. Líquidos y electrolitos en el recién nacido. *CCAP.* 2013;9:45-55.
11. Asturizaga-Mallea A, Mazzi-Gonzales-de-Prada E. Hipernatremia neonatal: factores de riesgo. *Rev Chil Pediatr.* 2011;82:150-151.
12. Navarro E, Mendieta E, Mir R, Céspedes E, Caballero BC. Readmisiones hospitalarias en recién nacidos egresados de una sala de alojamiento conjunto. *Pediatr (Asunción).* 2006;(1):10-14.
13. Salas AA, Salazar J, Burgoa CV, De-Villegas CA, Quedo V, Soliz A. Significant weight loss in breastfed term infants readmitted for hyperbilirubinemia. *BMC Pediatr.* 2009;31:82.
14. Livingstone V. Breastfeeding kinetics. A problem-solving approach to breastfeeding difficulties. *World Rev Nutr Diet.* 1995;78:28-54.

15. Livingstone VH, Willis CE, Abdel-Wareth LO, Thiessen P, Lockitch G. Neonatal hypernatremic dehydration associated with breast-feeding malnutrition: a retrospective survey. *CMAJ*. 2000;162:647-652.
16. Organización Mundial de la Salud. Inicio temprano de la lactancia materna. Ginebra: OMS; 2009.
17. Banda-Jara B, Saunero-Nava R. Deshidratación hipernatémica y lactancia materna inadecuada. *Rev Med La Paz*. 2012;18:62-65.
18. The Nemours Foundation. Breastfeeding FAQs: How much and how often 1-5. USA, 2012. Disponible en: http://kidshealth.org/parent/growth/feeding/breastfeed_often.html
19. University of Maryland. Amamantar – consejos para el éxito. Maryland, 2012. Disponible en: <http://umm.edu/health/medical/spanishpreg/las-primeras-semanas-del-bebe/amamantar-consejos-para-el-exito>
20. Hanoudi BM. Factors contributing to dehydration fever in neonate, a teaching hospital study. *Iraqi J Comm Med*. 2012;3: 248-252
21. Fernández-Medina IM, González-Fernandez CT. Lactancia materna: prevención de problemas tempranos en las mamás mediante una técnica de amamantamiento eficaz. *Enferm Glob*. 2013; 12 (31): 443-451
22. Sinusas K, Gagliardi A. Initial management of breastfeeding. *Am Fam Physician*. 2001;64: 981-988.
23. Martínez J, Valdes V. Problemas en la Lactancia. Santiago: UNICEF Chile, 2005.
24. Jonguitud A, Villa H. ¿Es frecuente la deshidratación hipernatémica como causa de readmisión hospitalaria en recién nacidos? *Rev Chil Pediatr*. 2005;76:471-478.
25. Noel-Weiss J, Woodend AK, Peterson W, Gibb W, Groll DL. An observational study of associations among maternal fluids during parturition, neonatal output, and breastfed newborn weight loss. *Int Breastfeed J*. 2011; 6: 9.
26. Mulder PJ, Johnson TS, Baker LC. Excessive weight loss in breastfed infants during the postpartum hospitalization. *J Obstet Gynecol Neonatal Nurs*. 2010;39:15-26.
27. Grossman X, Chaudhuri J, Feldman-Winter L, Merewood A. Neonatal weight loss at a US baby-friendly hospital. *J Acad Nutr Diet*. 2012;112:410-413.
28. Tavera M, Zamorano C, Richheimer R. Pérdida de peso corporal en recién nacidos con bajo riesgo perinatal durante su estancia en la unidad neonatal de un centro de tercer nivel. *An Med (Mex)*. 2012;57:178-184.
29. Rowe-Murray HJ, Fisher JR. Baby friendly hospital practices: cesarean section is a persistent barrier to early breastfeeding. *Birth*. 2002;29:124–131.
30. Sanabria M, Coronel J, Díaz C, Salinas C, Sartori J. Perfil de la lactancia materna en cuatro servicios de referencia neonatal. *Rev Chil Pediatr*. 2005; 76(5): 530-535.
31. Tipiani O, Tomati C. El control prenatal y el desenlace materno prenatal. *Rev Peru Ginecol Obstetr*. 2006;52:247-252.
32. Organización Mundial de la Salud. Nuevo modelo de control prenatal de la OMS. Ginebra: OMS; 2013.
33. Instituto Nacional de Estadística e Informática (Perú). Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2012. Lima: INEI; 2013.
34. Moraes M, Da Silva L, Faliú B, Sosa C. Técnica de alimentación a pecho y aparición de trauma del pezón previo al alta hospitalaria. *Arch Pediatr Uruguay*. 2011; 82: 10-17.
35. Rodríguez-González L. Pérdida de peso a los 2 días de vida en recién nacidos sanos según tipo de lactancia, edad gestacional, tipo de parto y peso al nacer. *Rev Enfermería CyL*. 2011;3:15-22.



Original/*Pediatría*

Anemia in pregnancy: impact on weight and in the development of anemia in newborn

Solange Augusta de Sá¹, Erica Willner², Tatiane Aguiar Duraes Pereira³, Vanessa Rosse de Souza⁴, Gilson Teles Boaventura⁵ and Vilma Blondet de Azeredo⁵

¹Laboratory of Experimental Nutrition, School of Nutrition of the Federal Fluminense University, Master's degree course at the Graduate Program in Mother and Child Health, School of Medicine, Federal Fluminense University. ²Municipal Health Department, city of Rio de Janeiro, Master's degree course at the Graduate Program in Mother and Child Health, School of Medicine, Federal Fluminense University. ³School of Pharmacy, Federal Fluminense University. ⁴Nutrition School, Federal Fluminense University, Scientific Initiation Scholarship by CNPq. ⁵Nutrition School, Federal Fluminense University, Brazil.

Abstract

Introduction: nutritional deficiencies are still a common problem during pregnancy causing anemia. Gestational anemia is still considered a public health problem in Brazil, because it is hazardous to both mother and fetus, and is associated with increased risk of maternal-fetal morbidity, as well as the nutritional status of child.

Objective: to evaluate the frequency of maternal gestational anemia in newborns and its relation to the nutritional status of the child at birth.

Methods: anthropometric data of pregnant women and their newborns were obtained. Blood was collected from pregnant women and the umbilical cord of newborns for analysis of hemoglobin, hematocrit, RDW, iron, ferritin and transferrin saturation index in automatic devices. The results are presented such as the arithmetic mean and the standard deviation. GraphPadInStat® Software version 3.0 was used, with a maximum significance level of 5%.

Results: the frequency of maternal anemia was 53.7%, and 32.6% in newborns. Half the newborns were anemic children of anemic mothers. 79.3% of the anemic pregnant women had mild anemia and in 20.7% moderate. The average concentration of hemoglobin and hematocrit was lower in anemic pregnant women (9.7 ± 0.9 g/dL and $29.8 \pm 3.2\%$) compared with non-anemic (11.9 ± 0.7 g/dL and $36.5 \pm 2.7\%$). The maternal iron was positively correlated with ferritin ($r = 0.3889$, $p = 0.01$) from umbilical cord blood. The newborns' weight, length and head circumference of anemic mothers were 3375.9 ± 506.9 g, 51.2 ± 1.7 cm and 34.5 ± 1.5 cm, respectively, while of nonanemic mothers were 3300.2 ± 458.4 g, 50.3 ± 2.0 cm

ANEMIA GESTACIONAL: INFLUENCIA DE LA ANEMIA SOBRE EL PESO Y EL DESARROLLO DEL RECIÉN NACIDO

Resumen

Introducción: la anemia gestacional todavía se considera un problema de salud pública en Brasil y se asocia con un mayor riesgo de morbilidad materno-fetal y el estado nutricional de los niños en el período posparto.

Objetivo: evaluar la frecuencia de la anemia gestacional materna en recién nacidos y su relación con el estado nutricional del niño al nacer.

Métodos: se obtuvieron datos antropométricos de las mujeres embarazadas y los recién nacidos. Se recogieron muestras de sangre de mujeres embarazadas y de cordón umbilical de los recién nacidos para su posterior análisis de hemoglobina, hematocrito, ADE, hierro, ferritina e índice de saturación de transferrina en dispositivos automatizados. Los resultados se presentan como media y la desviación estándar. Fue utilizado el software GraphPadInStat®, versión 3.0 y se aceptó un nivel de significación del 5%.

Resultados: la frecuencia de anemia materna era de 53,7% y 32,6% en los recién nacidos. La mitad de los recién nacidos eran niños anémicos de madres anémicas. De las mujeres embarazadas con anemia, el 79,3% tenían anemia leve y el 20,7% moderada. La concentración media de hemoglobina y hematocrito fue menor en las mujeres embarazadas con anemia ($9,7 \pm 0,9$ g/dl y $29,8 \pm 3,2\%$) en comparación con las no anémicas ($11,9 \pm 0,7$ g/dl y $36,5 \pm 2,7\%$), como se esperaba. El nivel de hierro de la madre se correlacionó positivamente con ferritina ($r = 0,389$; $p = 0,01$) a partir de la sangre del cordón umbilical. El peso, la longitud y la circunferencia de la cabeza de los niños nacidos de madres anémicas fueron: $3.375,9 \pm 506,9$ g, $51,2 \pm 1,7$ cm y $34,5 \pm 1,5$ cm, respectivamente, mientras que entre los recién nacidos de madres no anémicas fueron: $3.300,2 \pm 458,4$ g, $50,3 \pm 2,0$ cm y

Correspondence: Vilma Blondet de Azeredo.
School of Nutrition,
Rua Mário Santos Braga, 30, 4.º andar, sala 418.
Centro-Niterói, Rio de Janeiro.
E-mail: vilma.blondet@gmail.com

Recibido: 1-V-2015.
1.ª Revisión: 27-V-2015.
Aceptado: 7-VIII-2015.

and 34.2 ± 2.0 cm, respectively. There were no significant correlations between maternal hemoglobin, iron and ferritin with weight, length and head circumference of newborns.

Conclusion: the results of this study show that maternal iron deficiency anemia (mild to moderate) can affect the blood profile and iron concentrations in umbilical cord blood of newborns, but without interfering with the child's anthropometric parameters.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:2071-2079)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9186

Key words: *Pregnancy. Anemia. Newborn. Iron deficiency.*

$34,2 \pm 2,0$ cm, respectivamente. No se encontraron correlaciones significativas entre la hemoglobina, el hierro y la ferritina de la madre, y el peso, la longitud y la circunferencia de la cabeza de los recién nacidos.

Conclusión: la frecuencia de anemia leve es elevada tanto en la madre como en el neonato. Sin embargo, no influye en los parámetros antropométricos del recién nacido.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:2071-2079)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9186

Palabras clave: *Embarazo. Anemia. Deficiencia de hierro del recién nacido.*

Abbreviations

NB: Newborn.

LBW: Low birth weight.

HMON: Hospital Maternidade Oswaldo Nazaré.

UCB: Umbilical cord blood.

GA: Gestational age.

BMI: Body Mass Index.

WHO: World Health Organization.

IOM: Institute of Medicine.

LABNE: Laboratório de Nutrição Experimental.

UFF: Universidade Federal Fluminense.

RDW: Red Cell Distribution Width.

TSAT: Transferrin saturation.

Introduction

Maternal anemia is considered a risk factor for pregnancy and can be a cause of anemia in newborns (NB), besides being related to higher miscarriage rate, intrauterine growth restriction (low birth weight - LBW), prematurity, fetal death and anemia in the first year of life due to low iron stores¹.

Its origin may be due to several factors including acute infections, chronic inflammation, hemoglobinopathies and single or combined deficiency of nutrients such as folic acid, vitamin B₁₂ and iron deficiency is the most common cause of known nutritional anemia².

Iron is an essential and vital nutrient for many cellular activities and vital for the early development of the nervous system. Thus, it is crucial for intrauterine and postnatal development³.

The last trimester of pregnancy is the period of most important weight gain and iron storage in the fetus. Therefore, premature or low birth weight children have lower amounts of accumulated iron compared to full-term newborns. After birth, there is a phase of high growth rate, and in a full-term child, reserves acquired during pregnancy will be used during the first 4-6 months of life⁴. Birth weight is thus an important factor in determining the child's survival; therefore, low birth weight children are at increased risk of becoming ill or die in the first year of life.

However, information on the incidence of anemia in the fetus and the relationship with intrauterine growth, especially in Brazil, are insufficient and controversial. The aim of this study was to determine the frequency of anemia in pregnant women and newborns and determine whether there is an association with maternal nutritional status.

Material and methods

This was an observational analytical cross-sectional study with convenience sample conducted at the Hospital Maternidade Oswaldo Nazaré (HMON), Rio de Janeiro - RJ. This maternity hospital is intended for the care of low, intermediate and high risk pregnant women of low socioeconomic level in labor who have done or not prenatal care in the unit. Overall, 54 adult pregnant women with chronological age between 20 and 38 years old admitted to the prenatal maternity sector. Mothers were previously consulted for the inclusion of their children in this study. All deliveries were at full term.

Of the 54 neonates, 50 were included in the survey and 4 neonates were unable to participate due to the impossibility of collecting umbilical cord blood (UCB) at delivery.

Inclusion criteria were: prenatal care card filled in an appropriate and sufficient manner, singleton pregnancy whose fetuses are born alive without congenital malformation and information on gestational age at birth. Exclusion criteria were: smokers, drug users, alcohol and infectious diseases.

The study protocol is in line with the ethical principles of the Declaration of Helsinki and the rules of Resolution 196/96 of the National Health Council and was approved by the Research Ethics Committee in humans of the Municipal Department of Health and Civil Defense of the Rio de Janeiro city, under protocol No. 235/11, CAAE No 0371.0.258.314-11. All pregnant women were given the necessary information to define their participation in the study. Mothers were consulted in advance to obtain the free and informed consent and authorization to enroll their children in

this study. All signed the free and informed consent form for research participation.

Obstetric and prenatal care evaluation

Obstetric and prenatal care information were obtained from medical records with the following data: chronological age, gynecological age, schooling, medications and / or nutritional supplements used during pregnancy, gestational age (GA) according to the last menstrual period and ultrasound, number of pregnancies, interpregnancy, and inter-delivery intervals, number of prenatal care visits, previous reproductive history, current obstetric disease.

Nutritional Assessment

To assess the pre-gestational anthropometric status of pregnant women it was used the pre-pregnancy weight (kg) referred to or written on the follow-up card until the 13th gestational week⁵.

The pre-pregnancy Body Mass Index (BMI) of pregnant women was classified in accordance with the World Health Organization (WHO)⁶, validated by Saunders et al.⁷, that classify BMI into the following categories: underweight (BMI <18.5 kg / m²); normal weight (BMI ≥18.5 and <25 kg / m²); overweight (BMI ≥ 25 and <30 kg / m²) and obese (BMI ≥30 kg / m²).

Gestational weight gain was calculated by subtracting the pre-pregnancy weight from the last weight measured in the ninth month of pregnancy. The weight gain assessment used recommendations of the Institute of Medicine (IOM)⁸ according to the recommended weight gain ranges and to BMI categories: underweight: 12.5-18.0Kg; adequate: 11.5-16.0Kg; overweight: 7.0-11.5Kg and obese: 7.0-9.1Kg.

The nutritional status of newborns was assessed using the following information collected from medical records: weight (kg), length (cm), head circumference (cm) and gestational age (weeks) at birth according to the last menstrual period and Capurro. The weight at birth according to gestational age was classified using the Brenelli and Martins curve⁹, classifying newborns into small for gestational age (SGA, <P10), adequate for gestational age (AGA between P10 and P90) and large for gestational age (LGA,> P90). Infants weighing less than 2500g were considered low birth weight according to the classification used by WHO⁶. For length and head circumference at birth, the curves of WHO^{10,11}, respectively, were used as reference.

Blood collection and analyses

Blood collection of pregnant women was performed before delivery with sterile and disposable syringe after previous sterilization of skin with alcohol (70%)

by venipuncture in the elbow flexure and the UCB of newborns was collected immediately after delivery, previously the placenta expulsion, manually by the obstetrics team.

Blood samples collected from umbilical cord and pregnant women were placed in BD Vacutainer tubes with and without anticoagulant and then transported to the Laboratório de Nutrição Experimental (LABNE), School of Nutrition, Universidade Federal Fluminense (UFF), where the following hematologic analyses were performed: hematocrit, hemoglobin and Red Cell Distribution Width (RDW); and the following biochemical analyses: iron, ferritin and transferrin saturation index (TSAT). Hematological analyses were made in an automatic device, model BC 2800, and for biochemical analyses was used automatic equipment, model BS 220, both from Bioclin. Ferritin concentration was determined by enzyme-linked immunosorbent assay method (ELISA) kit from DRG Instruments and reading was held in a microplate reader (Thermo Plater Reader) at wavelength of 450nm.

The diagnosis of maternal anemia was characterized by hemoglobin values lower than 11.0 g / dL, being classified as mild and moderate anemia when values were from 9.0 to 11.0 g / dL and from 7.0 to 8.9 g / dL, respectively. Neonates with hemoglobin values lower than 13.5g / dL were considered anemic.

The other analyses performed and the cutoff points used to pregnant women and newborns, respectively, were: hematocrit 33% and 42%, iron 50 µg / dL and 95 µg / dL, ferritin 12ng / ml and 25ng / ml, RDW 14.0 % and 16% and TSAT 16% (only for pregnant women)^{12,13,14,15}.

Statistical analysis

The results of this study are presented using descriptive statistics such as arithmetic mean, standard deviation and frequency. The Graph Pad Instat® software version 3.0 was used for analyses and the 5% level of significance was adopted. The paired Student t test was used to assess the nutritional status of pregnant women. For comparison of means between mother and the newborn data, the unpaired Student t test was used. The Fisher exact test was used for comparison of frequencies. Pearson's correlation was used to investigate possible associations between variables. The assumption of normality (Gaussian distribution) of data was verified by means of kurtosis and skewness tests to support the use of statistical methods described above. To analyze data without normal distribution, Spearman non parametric correlation was applied as non-parametric test. To determine the sample size, procedure based on the characteristic operating curves was used. This procedure limits the error to be committed when H₀ is not rejected (type II error), based on the relationship between the deviation of the variable analyzed and its standard deviation. A probability of 20% for the oc-

currence of Type II error (β risk) was defined. It was also defined that the “D” deviation among variables analyzed in the study and their variability would be up to 45%, where:

$$D = \frac{(X - \mu_0)}{\sigma}$$

Based on these results, the value of $N = 50$ was taken from the characteristic operating curve with $\alpha = 5\%$, where N is the minimum number of pregnant women who should be included in the study¹⁶.

Results

Characterization of pregnant women

The general characteristics of mothers are shown in table I. The average age of pregnant women was 24 years, with menarche and gynecological age of 12 years and gestational age of 39 weeks. It was observed that 38.5% of participants had schooling of 8 years and 61.5% had nine or more years of scholary, including higher education. Most women were multiparous, with 2 pregnancies. Participants had 7 prenatal visits, on average. The use of vitamin and mineral supplement was reported by 84.91% of pregnant women for 6 months, and ferrous sulfate (60 mg / day) was indicated for all and folic acid (400 μ g / day) supplementation was used by 66.66% of pregnant women in association with ferrous sulfate.

With regard to pre-pregnancy nutritional status, it was observed that 42.6% of pregnant women started pregnancy eutrophic, 9.2% underweight, 27.8% overweight and 20.4% obese.

Table II shows the gestational weight gain according to pre-pregnancy BMI. It was observed that the majority of women with low pre-pregnancy weight exhibited adequate or excessive gestational weight gain (40%), in the same proportion. Eutrophic women presented insufficient or excessive gestational weight gain (39% and 34%), while those with pre-pregnancy overweight or obesity had excessive weight gain (46% and 63%, respectively).

Frequency and level of maternal anemia

Frequency of 53.7% of anemic pregnant women was observed. Of the total anemic pregnant women, 72.4% were multiparous and 27.6% primiparous. Regarding the level of anemia, it was observed that 79.3% of anemic pregnant women had mild anemia and 20.7% moderate anemia, there were no cases of severe anemia.

By analyzing the maternal biochemical variables and their possible relationship, positive and expected correlations were found between hemoglobin concentration and hematocrit in both anemic pregnant wo-

Table I
General characteristics of mothers (n=54)

Variable	Mean $\pm$ SD	Minimum -Maximum
Age (years)	24.5 $\pm$ 4.1	20.0 – 38.0
Education (years)	9.2 $\pm$ 3.0	4.0 – 15.0
Menarche (years)	12.2 $\pm$ 1.4	9.0 – 15.0
Gynecological age (years)	12.3 $\pm$ 7.7	2.0 – 28.0
Gestational age (weeks)	39.1 $\pm$ 1.7	34.0 – 42.0
Pregnancies (n)	2.1 $\pm$ 1.2	1.0 – 6.0
Supplementation (months)	6.6 $\pm$ 2.3	3.0 – 9.0
Pre-gestational weight (kg)	63.3 $\pm$ 15.2	40.0 – 100.0
Weight at the end of gestational (kg)	76.9 $\pm$ 14.0	55.0 – 112.0
Total weight gain (kg)	13.2 $\pm$ 6.6	-2.0 – 35.0
Prenatal consultations (n)	7.3 $\pm$ 2.5	1.0 – 12.0
Pre-gestational BMI (kg/m ²)	25.0 $\pm$ 6.4	15.4 – 40.2
Current BMI (kg/m ²)	30.2 $\pm$ 6.0	20.2 – 45.2

Table II
Adequacy of gestational weight gain according to pre-gestational BMI

Pre-gestational BMI	Gestational weight gain		
	Insufficient	Adequate	Excessive
Underweight	20.0%	40.0%	40.0%
Eutrophia	39.1%	26.1%	34.8%
Overweight	33.3%	20.0%	46.7%
Obesity	36.4%	0%	63.6%

men and in those not anemic ($r = 0.95$ and $r = 0.94$, $p < 0.0001$, respectively). The same was observed between serum iron concentration and TSAT of anemic and non-anemic pregnant women ($r = 0.96$ and $r = 0.98$, $p < 0.0001$, respectively).

Characterization of newborns, frequency and level of anemia

The average weight (3374.8 $\pm$ 491,7g), length (50.7 $\pm$ 2.0 cm) and head circumference (34.5 $\pm$ 1,7cm) of children at birth were adequate. Based on these results, it could be concluded that pregnant women had adequate number of prenatal assistance consultation and, in general, adequate gestational outcome considering weight and length at birth.

Classifying newborns according to weight for gestational age, 85.0% were adequate for gestational age, 2.5% were small for gestational age and 12.5% large for gestational age.

Regarding the general characteristics of newborns, it was observed that birth weight was positively correlated with length ($r = 0.72$; $p = 0.0001$) and head circumference ($r = 0.57$; $p = 0.0001$), as expected. Head circumference was associated with a tendency to pre-pregnancy BMI ($r = 0.30$ $p = 0.07$) and gynecological age ($r = 0.28$ $p = 0.07$). No significant correlation between the other characteristics of both mother and newborn was found.

Table III shows the characteristics of newborns from anemic and non-anemic mothers at birth. It was observed that the average weight, length and head circumference of children showed similar results.

The birth weight of infants from anemic mothers according to gestational age showed that 90.9% were adequate for gestational age and 9.1% were large for gestational age. Regarding NB from non-anemic mothers, 4.8% were small for gestational age, 80.9% were adequate for gestational age and 14.3% large for gestational age, with no difference in frequency between anemic and non-anemic mothers.

Based on results, both anemic and non-anemic pregnant women had, in general, adequate gestational outcome considering weight and length at birth.

The frequency of anemia in newborns was 32.6% and of these, 100% had mild anemia and half of them were children from anemic mothers.

Blood parameters of anemic and non-anemic pregnant women and newborns

The blood parameters of pregnant women and newborns are shown in table IV. As expected, hemoglobin, hematocrit and iron concentrations were lower ($p < 0.01$) in anemic pregnant women compared with non-anemic pregnant women. However, ferritin showed tendency to lower concentrations in anemic pregnant women. There was no significant difference in mean RDW concentration and TSAT between anemic and non-anemic pregnant women. However, when the TSAT frequency distribution between anemic and non-anemic pregnant women is analyzed, higher frequency ($p < 0.0001$) of anemic pregnant women with TSAT below the cutoff point was observed.

In relation to newborns from anemic and non-anemic mothers, no significant difference between means and frequencies of hemoglobin, hematocrit, RDW, iron and ferritin distribution was observed.

Significant positive correlation between hemoglobin of non-anemic pregnant women and hematocrit in the UCB was found ($r = 0.47$; $p < 0.03$). The iron concentration and TSAT both of anemic and non-anemic pregnant women showed a significant positive correlation with ferritin in the UCB of newborns ($r =$

Table III
General characteristics of newborns of anemic and non-anemic mothers

<i>Variables</i>	<i>Anemic (n=26) Mean $\pm$ SD</i>	<i>Non-Anemic (n=24) Mean $\pm$ SD</i>
Birth weight (g)	3375.9 $\pm$ 506.9	3300.2 $\pm$ 458.4
Length (cm)	51.2 $\pm$ 1.7	50.3 $\pm$ 2.0
Head circumference (cm)	34.5 $\pm$ 1.5	34.2 $\pm$ 2.0

0.57 and $r = 0.52$; $p < 0.02$; $r = 0.52$ $r = 0.49$; $p < 0.02$, respectively). No other associations between maternal variables and UCB were found.

Discussion

The results of this study show that in Brazil, anemia is still a public health problem that is far from being resolved and that might be caused by the combination of several factors. One of the factors considered important for the development of anemia in pregnant women is multiparity, for be able to reduce maternal iron stores in each pregnancy¹⁷. The results of this study characterized pregnant women mostly as young adults and multiparous. Corroborating literature, the higher frequency of anemia in this study was observed in multiparous pregnant women, and similar results were found in Turkey¹⁷ and Brazil¹⁸. In addition, maternal age can also influence, according to maturity, positively or not in the pregnancy outcome¹⁹. However, in this study, no relationship between age and anemia was observed.

When analyzing data on maternal weight gain according to recommendations⁸, this study found that more than half of participants had inadequate weight gain. Low-weight pregnant women migrated to normal weight and / or overweight / obesity; those with normal weight to overweight / obesity and obese increased the degree of obesity. Although Beyerlein et al.²⁰ and Crozier et al.²¹ have shown that excessive gestational weight gain is associated with high weight at birth, influence of maternal weight gain on the weight of newborns was not observed in the present study. Similarly to the pre-pregnancy weight, excessive weight gain did not appear to be a protective or triggering factor for anemia in newborns.

The relationship between maternal pre-pregnancy nutritional status and child's birth weight was not clearly identified. Similarly, pre-pregnancy weight has been identified as a factor for the development of anemia in newborns. However, a study by Frederick et al.²² showed a positive association between pre-pregnancy BMI and the child's birth weight, which is also a source of controversy.

Table IV
Haematological and biochemical parameters of pregnant women and their newborns

<i>Parameters</i>	<i>Cutting point</i>	<i>Pregnant women</i>	<i>Anemic pregnant women</i>	<i>Non-anemic pregnant women</i>	<i>p-value</i>
<i>Pregnant women</i>		<i>(n=54)</i>	<i>(n=29)</i>	<i>(n=25)</i>	
Hemoglobin (g/dL)					
Mean	11.0	10.7 ± 1.3	9.7 ± 0.9	11.9 ± 0.7	
< 11.0		53.7%	100%	0	< 0.0001*
> 11.0		46.3%	0	100%	< 0.0001**
Hematocrit (%)					
Mean	33.0	32.9 ± 4.4	29.8 ± 3.2	36.5 ± 2.7	
< 33.0		40.7%	75.9%	0	< 0.0001*
> 33.0		59.3%	24.1%	100%	< 0.0001**
Iron (µg/dL)					
Mean	50.0	65.4 ± 20.9	58.3 ± 15.2	71.7 ± 22.8	
< 50.0		27.8%	27.6%	28.0%	0.013*
> 50.0		72.2%	72.4%	72.0%	1.0**
Ferritin (ng/ml)					
Mean	12.0	9.6 ± 8.0	7.2 ± 5.2	11.8 ± 9.7	
< 12.0		80.0%	88.9%	71.4%	0.06*
> 12.0		20.0%	11.1%	28.6%	0.08**
RDW (%)					
Mean	14.0	14.1 ± 1.2	14.3 ± 1.1	14.1 ± 0.8	> 0.25*
< 14.0		42.6%	37.9%	48.0%	0.19**
> 14.0		57.4%	62.1%	52.0%	
ISTF(%)					
Mean	16.0	13.4 ± 4.4	12.7 ± 3.2	14.3 ± 4.5	0.12*
<16.0		64.8%	86.2%	52.0%	
>16.0		35.2%	13.8%	48.0%	< 0.0001**

In Brazil, the use of oral iron supplementation to prevent and treat anemia in pregnant women is a traditional resource widely used, although there are some difficulties in relation to the appearance of undesirable side effects. In many cases, the World Health Organization (WHO) recommends supplementation of a single daily dose of 60mg of iron, since problems arising from intolerance to iron supplementation has been often observed when patients make use of higher doses⁴.

In this study, over 80% of pregnant women reported using iron supplementation; however, more than half of these women had become anemic. One hypothesis that could explain this result is that the use of the supplement may not have occurred properly or have not been sufficient to prevent anemia, as shown in a study conducted in Spain with pregnant women. The authors showed that no preventive effect on serum iron level was observed with

early iron supplementation when compared to late supplementation²³.

The WHO considers anemia in pregnant women as a serious public health problem when the prevalence is greater than 40%²⁴. The frequency of anemia in this study (53.7%) was consistent with that expected for developing nations, being classified as severe in epidemiological scale (> 40%) and similar to the few Brazilian studies on the subject^{25,26}. Corroborating our results, a study conducted in the semiarid region of the State of Alagoas²⁵ and in Niterói, Rio de Janeiro²⁶ found 50% and 41.6% of anemic pregnant women, respectively. The same was observed in other developing countries, such as in eastern Ethiopia²⁷ and China²⁸, which had a frequency of anemic pregnant women of 43.9% and 58.6%, respectively, while in developed countries, this prevalence is much lower ($\leq 20\%$)²⁹. In an attempt to reduce and control the development of

Table IV(cont.)
Haematological and biochemical parameters of pregnant women and their newborns

<i>Parameters</i>	<i>Cuttin g point</i>	<i>Pregnant women</i>	<i>Anemic pregnant women</i>	<i>Non-anemic pregnant women</i>	<i>p-value</i>
<i>Newborns</i>		<i>(n=50)</i>	<i>(n=26)</i>	<i>(n=24)</i>	
Hemoglobin (g/dL)					
Mean	13.5	14.1 ± 1.6	13.8 ± 1.4	14.4 ± 1.7	0.17*
< 13.5		32.6%	31.8%	33.3%	
> 13.5		67.4%	68.2%	66.7%	0.88**
Hematocrit (%)					
Mean	42.0	43.4 ± 4.6	42.7 ± 4.7	43.8 ± 4.8	0.45*
< 42.0		34.9%	36.4%	38.1%	
> 42.0		65.1%	63.6%	61.9%	0.88**
RDW (%)					
Mean	16.0	15.1 ± 0.8	15.0 ± 0.8	15.2 ± 0.9	0.87*
< 16.0		83.7%	86.4%	80.9%	
> 16.0		16.3%	13.6%	19.1%	0.44**
Iron (µg/dL)					
Mean	95.0	78.9 ± 18.8	81.2 ± 17.4	75.8 ± 20.1	0.35*
< 95.0		83.7%	81.8%	85.7%	
> 95.0		16.3%	18.2%	14.3%	0.56**
Ferritin(ng/ml)					
Mean	25.0	122.9 ± 62.4	123.0 ± 69.1	121.0 ± 55.4	
< 25.0		0	0	0	0.92*
> 25.0		100%	100%	100%	

* Unpaired t test between anemic and non-anemic

** Fisher's exact test between anemic and non-anemic

nutritional problems such as anemia in pregnant women, Chagas et al, emphasize the importance of increasing the number of prenatal nutrition assistance consultations in order to strengthen the importance of the actions proposed by the Ministry of Health³⁰.

For the diagnosis of anemia in populations, hemoglobin and hematocrit are generally used. The importance of these indicators during pregnancy should be highlighted, considering that they are frequently used as a screening test^{31,32}. However, Dani et al, in a study using ferritin to assess iron deficiency, showed that this deficiency usually establishes even before hemoglobin levels are reduced. The authors reported that hemoglobin is the only parameter routinely used in the public prenatal care network, which suggests that most pregnant women with iron deficiency are not even identified³². For this reason, it has been proposed that the assessment of the hemoglobin concentration should be associated with the assessment of other indicators to better identify the deficiency of this important nutrient, especially during pregnancy.

Serum ferritin has been considered, along with other indicators, the best indicator to detect iron deficiency. Corroborating the findings of Dani et al.³², this study found that the vast majority of anemic and non-anemic pregnant women had ferritin levels below the reference value, indicating that iron deficiency had already been established, although iron levels were above the reference value. These results suggest that iron supplementation may have been only sufficient to maintain the serum iron concentration within normal range. According to Scholl², iron supplementation during pregnancy increases the serum iron concentration, depending on the maternal diet, but does not improve iron stores, and it is therefore important to initiate iron supplementation before pregnancy in order to improve the reserves of this mineral.

The present study showed a strong relationship between serum iron and maternal TSAT. According to Grotto³³, TSAT values below 16% are indicative of iron supply deficiency for the development of red blood cells. In this study, 86% of anemic and 52% of

non-anemic pregnant women had TSAT values lower than 16%. This result shows that reduction in iron supplies in non-anemic and iron deficiency in anemic pregnant women were already established. Another parameter also used in the diagnosis of iron deficiency is RDW, which is a quantitative measure of anisocytosis. Increased RDW levels indicate heterogeneous population of erythrocytes, formed by cells of various sizes. In iron deficiency, RDW levels are always increased³⁴. In the present study, RDW of anemic pregnant women was higher when compared to non-anemic ones, corroborating literature.

A similar result was found by Karaoglu et al.¹⁷ in a study with pregnant women in Turkey, where anemic pregnant women with low transferrin saturation also had greater RDW values, indicating iron deficiency.

No relationship was found between maternal iron values and those of newborns in this study. These results are corroborated by the study of Shao et al.³⁵, who concluded that the maternal iron concentration is only related to that of newborns if maternal iron concentration is low. Most newborns in our study had serum iron levels below the reference value, a possible explanation is the fact that low maternal transferrin saturation index reduces the availability of iron to the infant through the placenta. However, the iron concentration and TSAT, both of anemic pregnant women as non-anemic pregnant women, showed a significant positive correlation with ferritin concentration in the UCB of newborns, showing that these are important maternal factors and are directly related to the child's iron stores at birth.

The results of this study corroborate a survey carried out in a rural area of southeastern China³⁵, where most of the women had iron deficiency or mild iron deficiency anemia and most newborns did not have anemia and showed elevated ferritin levels. One possible explanation is the fact that iron stores in the fetus are not adversely affected by mild to moderate maternal anemia, reinforcing the theory that iron is transported across the placenta regardless of its level in the maternal blood³⁶. These results are in agreement with the study of Chopard et al.³⁷, who reported that mild or moderate maternal iron deficiency anemia does not cause low iron stores (ferritin) in the fetus, but can progress to preterm labor and newborns with low birth weight.

The result of the RBC indices allows us suggesting that pregnant women were in the transition period between iron deficiency and iron deficiency anemia or under newly installed anemia process.

Conclusion

In conclusion, the results found in this study show that there is a high frequency of mild anemia in pregnant women and in newborns, and that the maternal nutritional status is not associated with the development of anemia in both mother and child at birth.

Anemia due to iron deficiency is still a public health problem in Brazil, and it is important emphasize the importance of the nutritional pre natal assistance to control this and other nutritional deficiencies.

Acknowledgments

Foundation for State Research of Rio de Janeiro (FAPERJ), Notice research Support (APQ1) protocol: E-26/111 863/2012. Pro-Rector of Research, Graduate Studies and Innovation (PROPI): FOPESQ and Scientific initiation scholarship, Federal Fluminense University.

References

1. Wojtyla C, Bilinski P, Paprzycki P, Warzocha K. Haematological parameters in postpartum women and their babies in Poland: comparison of urban and rural areas. *Ann Agr Env Med*. 2011;18(2):380-5.
2. Scholl T O. Maternal iron status: relation to fetal growth, length of gestation and the neonate's iron endowment. *Rev Nutr*. 2011; 69 Suppl1:S23-9.
3. Whitney E, Rolfes SR. *Nutrição: entendendo os nutrientes*. 10ª ed. São Paulo: Cengage Learning; 2008.
4. Schmitz BAS. *Cadernos de atenção básica: carências de micronutrientes*. Brasília (DF): UNICEF; 2007.
5. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. *Atenção ao pré-natal de baixo risco*. Brasília (DF); 2012.
6. World Health Organization. *Physical status: the use and interpretation of report anthropometry: Report of a WHO Expert Committee*. Geneva: 1995.
7. Saunders C, Bessa TCCA, Padilha PC. Assistência nutricional pré-natal. In: Accioly E, Saunders C, Lacerda E MA. *Nutrição em obstetrícia e pediatria*. *Cultura Médica*. 2010:103-125.
8. National Research Council. *Weight Gain During Pregnancy: 8Institute of Medicine; Reexamining the Guidelines*. Washington (DC): National Academy of Science; 2009.
9. Brenelli MA, Martins J. Curvas de crescimento intra-uterino da população de nascidos vivos do CAISM-UNICAMP. *J Pediatr*. 1992;(68):21-5.
10. World Health Organization. *Reference 2006: the WHO Child Growth Standards*. [monografia na Internet]. [acesso em 2013 Mar 18]. Disponível em: <http://www.who.int/childgrowth/en/2006>.
11. World Health Organization. *Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents*. *Bull World Health Organ*. 2007; 85(9):660-7.
12. Weffort VRS, Lamounier JA. *Nutrição em pediatria: da neonatologia à adolescência*. São Paulo: Manole; 2009.
13. Rodrigues LP, Jorge SRPF. Deficiência de ferro na gestação, parto e puerpério. *Rev Bras Hematol Hemoter*. 2010; 32 supl 2: 53-6.
14. Motta VT. *Bioquímica clínica: princípios e interpretações. Aspectos bioquímicos da hematologia*. 5ª ed: Medbook. 2009. p. 208-10.
15. *Interpretação de exames laboratoriais*. [acesso em 2013 Jun. 11]. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAaw-kAC/interperetacao-exames-bioquimicos>.
16. Montgomery DC, Runger GC. *Applied statistics and probability for engineers*. 2003.
17. Karaoglu L, Pehlivan E, Egri M, Deprem C, Gunes G, Metin F, et al. The prevalence of nutritional anemia in pregnancy in an east Anatolian province, Turkey. *BMC Public Health*. 2010;10:329.

18. Lopes RE, Ramos KS, Bressani CC, Arruda IK, Souza AI. Prevalência de anemia e hipovitaminose A em puérperas do Centro de Atenção à Mulher do Instituto Materno Infantil Prof. Fernando Figueira, IMIP: um estudo piloto. *Rev Bras Saude Mater Infant*. 2006; 6 Supl 1:S63-8.
19. Santos KCR, Muraro LO, Witkowski MC, Breigeiron MK. Ganho de peso gestacional e estado nutricional do neonato: um estudo descritivo. *Rev Gaúcha Enferm*. 2014; 35(1).
20. Beyerlein A, Nehring I, Rzehak P, Heinrich J, Müller MJ, Plachta-Danielzik S, et al. Gestational weight gain and body mass index in children: results from three German cohort studies. *Plos One*. 2012;7(3): e33205.
21. Crozier SR, Inskip HM, Godfrey KM, Cooper C, Harvey NC, Cole ZA, et al. Weight gain in pregnancy and childhood body composition: findings from the Southampton Women's Survey. *Am J Clin Nutr*. 2010; 91(6):1745-51.
22. Frederick IO, Williams MA, Sales AE, Martin DP, Killien M. Pre-pregnancy body mass index, gestational weight gain, and other maternal characteristics in relation to infant birth weight. *Matern Child Health J*. 2008;12(5):557-67.
23. Ribot B, Aranda N, Arijá V. Suplementación temprana o tardía: similar evolución del estado de hierro durante el embarazo. *Nutr Hosp*. 2012; 27(1):219-226.
24. Kraemer K, Zimmermann MB, editors. Nutritional anemia. Basel (Switzerland): Sight and Life Press; 2007.
25. Ferreira HS, Moural FA, Cabral Junior CR. Prevalência e fatores associados à anemia em gestantes da região semi-árida do Estado de Alagoas. *Rev Bras Ginecol Obstet* 2008; 30(9):445-51.
26. Santos AMC, Azeredo VB, Boaventura GT. Estado nutricional de gestantes adolescentes de um serviço público de referência para assistência pré-natal de alto risco. *Nutrição Brasil*. 2009; 8(6):344.
27. Kedir H, Berhane Y, Worku A. chewing and restrictive dietary behaviors are associated with anemia among pregnant women in high prevalence rural communities in eastern Ethiopia. *PLoS One*. 2013; 4;8(11):e78601.
28. Ma AG, Schouten E, Wang Y, Xu RX, Zheng MC, Li Y, et al. Anemia prevalence among pregnant women and birth weight in five áreas in China. *Med Princ Pract*. 2009;18(5):368-72.
29. Bener A, Al-Nufal M, Vachhani PJ, Ali AI, Samson N, Saleh NM. Maternal complications and neonatal outcome in Arab women of a fast developing country. *J Family Community Med*. 2013;20(1):27-34.
30. Chagas CB, Ramalho A, Padilha PC, Libera BD, Saunders C. Reduction of vitamin A deficiency and anemia in pregnancy after implementing proposed prenatal nutritional assistance. *Nutr Hosp*. 2011; 26(4):843-850.
31. Massucheti L, Corso ACT, Moreira EAM. Prevalência de anemia em gestantes atendidas na rede pública de saúde do município de Florianópolis (SC). *Cad Saúde Coletiva* 2009; 10:417-31.
32. Dani C, Rossetto S, Castro SM, Wagner SC. Prevalência da anemia e deficiências nutricionais, através de diferentes parâmetros laboratoriais, em mulheres grávidas atendidas em dois serviços de saúde pública no Rio Grande do Sul. *Rev Bras Anal Clin*. 2008; 40:171-5.
33. Grotto HZW. Diagnóstico laboratorial da deficiência de ferro. *Rev Bras Hematol Hemoter*. 2010; 32 Suppl.2.
34. Grotto HZW. O hemograma: importância para a interpretação da biópsia. *Rev Bras Hematol Hemoter*. 2009; 31(3).
35. Shao J, Lou J, Rao R, Georgieff MK, Kaciroti N, Felt BT, et al. Maternal serum ferritin concentration is positively associated with newborn iron stores in women with low ferritin status in late pregnancy. *J Nutrition*. 2012;142(11):2004-9.
36. Reihaneh H, Norimah AK, Poh BK, Firoozehchian F, Raheleh H, Akaberi A. Haemoglobin and serum ferritin levels in newborn babies born to anaemic Iranian women: A cross-sectional study in an Iranian hospital. *Pakistan J Nutr*. 2010; 9:562-6.
37. Chopard MRT, Magalhães M, Brunera AP. Deficiência de ferro no feto e no recém-nascido. *Rev Bras Hematol Hemoter*. 2010; 32. Suppl 2.



Original/*Pediatría*

Development and validation of two food frequency questionnaires to assess gluten intake in children up to 36 months of age

Paula Crespo Escobar¹, Joaquim Calvo Lerma¹, David Hervás Marín², Ester Donat Aliaga¹, Etna Masip Simó¹, Begoña Polo Miquel¹ and Carmen Ribes Koninckx^{1,3}

¹Department of Pediatric Gastroenterology and Hepatology, La Fe University and Polytechnic Hospital, Valencia. ²Instituto de Investigación Sanitaria La Fe, Department of Biostatistics, Valencia. ³Head of the Pediatric Gastroenterology and Hepatology Unit, La Fe University and Polytechnic Hospital (Valencia), Spain.

Abstract

Background and objective: precise information on gluten consumption is crucial for specifically studying the impact of gluten introduction and gluten intake in celiac disease development. Our aim was to develop and validate tools (food frequency questionnaires, FFQs) for the assessment of gluten consumption in Spanish children aged 7-36 months.

Methods: a total of 342 children, who attended primary healthcare centers for routine health surveys or La Fe Hospital for minor health problems as well as healthy children (recruited in nurseries and primary schools) participated in this survey. We have developed two different FFQs (one for 7-12 months and other for 13-36 months). For validation, results from two FFQs were compared with results of 2-day food records and also with the gold standard 7-day records. The mean gluten intake obtained by the 2DR vs. FFQ and the 7DR vs. FFQ, were compared using the Bland Altman plot method and also Lin's concordance correlation coefficient.

Results: we found a good agreement between our FFQs and the 2DR and 7DR according to the results of both the Bland-Altman plots and Lin's concordance correlation coefficient.

Conclusions: our two new FFQs are therefore the only validated questionnaires available to determine gluten consumption in Spanish children. They are user-friendly and offer excellent instruments to assess gluten intake in children up to 36 months of age.

(Nutr Hosp. 2015;32:2080-2090)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9655

Key words: Celiac disease. Gluten. Food frequency questionnaire. Spanish. Children.

DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE DOS CUESTIONARIOS DE FRECUENCIA DE CONSUMO PARA EVALUAR LA INGESTA DE GLUTEN EN NIÑOS HASTA LOS 3 AÑOS

Resumen

Antecedentes y objetivos: una información precisa sobre el consumo de gluten es muy importante para estudiar el verdadero impacto de la introducción y la ingesta de gluten en el desarrollo de la enfermedad celíaca. El objetivo del estudio fue desarrollar y validar herramientas (cuestionarios de frecuencia de consumo, CFC) para evaluar el consumo de gluten en niños con edades comprendidas entre los 7 y 36 meses.

Métodos: se incluyeron un total de 342 niños reclutados en el Hospital Universitario y Politécnico de La Fe, así como en guarderías y escuelas de primaria con problemas menores de salud. Se desarrollaron dos CFC diferentes (uno para niños de 7 a 12 meses y otro para niños de 13 a 36 meses). Para su validación, los resultados obtenidos con los CFC se compararon con un registro alimentario de dos días (2RA) y también con un registro alimentario de siete días (7RA), considerado el "estándar de oro". La ingesta media de gluten obtenida de la comparación del 2RA vs. CFC y de 7RA vs. CFC fueron comparadas usando el método de Bland Altman plot y también el coeficiente de correlación de concordancia de Lin's.

Resultados: de acuerdo a los resultados de los dos métodos estadísticos usados para la validación, se encontró una buena correlación entre los CFC y los registros alimentarios de dos y siete días, lo que indica que los CFC son fiables para la evaluación de la ingesta de gluten.

Conclusiones: estos dos nuevos CFC son los únicos validados y disponibles en España para la evaluación de la ingesta de gluten. Además, son herramientas útiles y fáciles de usar para el cálculo del consumo de gluten en niños de hasta tres años de edad.

(Nutr Hosp. 2015;32:2080-2090)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9655

Palabras clave: Enfermedad celíaca. Gluten. Cuestionario de frecuencia de consumo. Español. Niños.

Correspondence: Paula Crespo Escobar.
Nuevo Hospital Universitario La Fe.
Departamento de Gastroenterología Pediátrica,
Torre C, 2.ª planta. Avda. Fernando Abril Martorell, 106.
46026, Valencia (Spain).
E-mail: paula_crespo@iislafe.es

Recibido: 27-VII-2015.
Aceptado: 17-VIII-2015.

Introduction

Celiac disease (CD) is an inflammatory intestinal disorder caused by immune responses, an abnormal immune response induced by dietary gluten proteins¹. Currently, it is the most common food intolerance in Europe with a minimum prevalence estimated of 1/100 individuals². A strong association with certain HLA antigens has been verified. Most CD patients are HLA-DQ2-positive, whereas the remainders are usually HLA-DQ8-positive. However, less than $\frac{1}{3}$ of genetically susceptible individuals develop CD, even though virtually all individuals in wheat-consuming populations are exposed to gluten. This suggests that additional factors play a role in disease risk²⁻⁴. Classics studies suggest that the timing of gluten introduction as well as the amount of gluten in relation to breast-feeding could be related to a higher risk of CD⁵⁻⁹. To confirm these hypothesis, specific studies have been designed, for instance Prevent CD (<http://www.preventceliacdisease.com>), which aims to establish the exact amount of gluten that children consume and to link it with other possible interplaying co-factors¹⁰.

It is not easy to precisely determine what an individual eats. Nonetheless, there are various methods available for dietary assessment done by means of in-taking estimations. One of them is the food record (FR), which consists off keeping accurate records of all the food items consumed within specific days, and it can be considered an estimate of an individual's daily intake. Another method is the food-frequency questionnaire (FFQ), which estimates the frequency of food consumed per week. Currently, the FFQ is the most commonly used method in industrialized countries to assess food intake in large epidemiologic studies, and also to investigate the relationship between habitual diet and disease¹¹⁻¹³. FFQs are considered appropriate tools for measuring energy and macronutrient consumption in several countries. These are reasonable tools to determine micronutrient intake. However, it has been argued that FFQs may need specific validation for each region in order to be culturally sensitive and to correspond to the prevailing food culture^{11,14}.

There are different validated FFQs in order to assess the micronutrient intake but there is a limited number of validated FFQs to assess the gluten intake¹⁵⁻¹⁷. Moreover, to the best of what is known, there is no information available on the amount of gluten consumed by the general population in Spain. Furthermore, information on gluten contained in commonly consumed foods is poor and difficult to obtain. Although in Spain there can be found some validated FFQs that collect information on different diet characteristics¹⁸, they do not include all the food products needed to assess gluten intake.

The purpose of this work is to develop and validate a FFQ in order to assess gluten intake (FFQ-gluten) in Spanish children aged 7 to 36 months in the area of Valencia (Spain) to be used in the Prevent CD study. Therefore, these specific FFQS could also prove useful for epidemiological studies, especially in the field of CD.

In addition, by applying this specific FFQ, the aim is to establish dietary habits in relation to gluten intake early in life in the population studied.

Subjects

The parents of children aged 7-36 months recruited in different nurseries and primary schools were asked to participate in the study. The selected children were attending primary healthcare centers for routine health surveys, they had minor health problems or minor surgery controlled at the Pediatric Department of the La Fe University Hospital in Valencia, and they were interviewed by the same dietitians' team.

The exclusion criteria were: (1) any oral-motor dysfunction, (2) diagnosed food allergy, (3) any gastrointestinal disease or any minor gastrointestinal disorder (diarrhea, constipation, gastroesophageal reflux) (4) malnutrition, and (5) children on dietary restrictions or following specific diets.

Methods

This study was conducted according to the guidelines set up in the Declaration of Helsinki and was approved by the Ethics Committee of the "Instituto de Investigación Sanitaria La Fe" (Valencia, Spain).

All parents were informed about the purpose of the survey and of the ultimate study aim. Informed participation consents were obtained from them all.

Development of FFQ

The development of a list of food products, including the item of interest for the study, is a crucial preliminary step to develop an FFQ. For a food item to be considered, it must be eaten reasonably often by a considerable number of people, and it must contain a substantial amount of the nutrient/food group of interest, which in this case study is gluten¹⁵. By national's laws, products with less than 20 mg/kg (200ppm) are considered as gluten free. Thus, a pilot survey was carried out among parents on their children's eating habits using household measures and 24-hour recalls. The pilot study started collecting prospectively information on the most frequent gluten-containing food, as well as brands and portion sizes, consumed by healthy infants aged between 7 and 36 months from Valencia. This lead to the selection of all the gluten-containing products to be included in the FFQ template and the average portion size for each item; those food products containing only gluten traces were discarded. All these first tasks were performed by an expert nutritionist in the field.

The next step was to determine the amount of gluten in these products and then to gather the individual

items in food groups according to their origin and amount of gluten. Moreover, for products like bread, biscuits, infant cereals and pasta, the food groups were divided into subgroups as despite them having a similar composition, the amount of gluten differed significantly depending on the brand or the portion size consumed. For bread, all the identified brands and types were pooled under the same group, except for sliced bread typhus sandwich, which was considered separately because the portion size consumed was bigger than the white bread one. Ten brands of biscuits with different formulations were divided into three different subgroups because there were appreciable differences in gluten content among brands. All the infant cereal brands were included in the same subgroup, except for one because it had higher gluten content. Two different subgroups were established for pasta after considering that a different amount of the product is contained in a pasta dish as compared to soup with pasta.

The portion size of the individual groups was established according to the information provided by the preliminary survey: 1 slice of bread; 1 unit for biscuits and breadsticks; the number of spoonfuls for infant cereals; amount of raw pasta contained in the two different pasta meal types; individual portions in grams for the remaining products.

Moreover when the pilot survey was conducted, it was observed that after the age of 12 months, new and more complex gluten-containing foods were introduced. Thus, it was decided to develop two different food-frequency questionnaires (FFQs): FFQ-1 for infants aged 7 to 12 months (FFQ1-Online Resource-1) and FFQ-2 for children aged between 13 and 36 months (FFQ2-Online Resource-2). In the first one, 13 food groups were included and participants were also asked about age when the items were introduced; in the second one, 20 food groups were considered. In this group, however, the age at which the items were introduced was not asked. Complementary questions about breast-feeding, types and brands of formula feeding and infant cereals were added in both FFQs.

In both FFQs, frequencies of intake of the included food products were collected as follows: never, less than once a week, 1 to 3 times a week, 4 to 6 times a week, once a day, twice a day, and three or more times a day. For the once or twice a day frequency, participants were asked to specify the amount of food i.e. 3 biscuits. For three or more times a day, participants were asked to specify both the amount of food and the exact number of times per day their child ate this particular product. Finally, the exact number of spoonfuls was reported for infant cereals.

Assessing amount of gluten

To calculate the amount of gluten of all the items included in the FFQs, the method of Overbeek *et al.* was used. This method considers that gluten represents

about 80% of the total wheat proteins, and thus recommends multiplying the grams of gluten containing vegetable proteins of each product by 0.8^{8,16,17}. However, before this formula was applied, it was needed to establish the exact amount of gluten-containing vegetable proteins in each foodstuff and per brand. Therefore, as the information presented on food labels was usually inadequate -in most cases only the amount of total protein was indicated and no further specifications were shown- the data was obtained from different sources: WHO-FAO information from the Internet; companies' official websites; specific food composition tables; and, in many cases, directly contacting the company by either e-mail or telephone. Finally, a database of the amount of vegetable protein, the gluten content of all the different products and brands consumed by the infant population studied was created. It was considered gluten-containing food those which included wheat, barley, rye or oats. However, oats are very seldom consumed by infants and young children as part of the Mediterranean Spanish diet.

Conversion of frequency into mean daily gluten intake

The weekly frequency of intake of each product was converted into mean daily gluten intake (MDGI). First of all, the amount of gluten contained in an individual portion of all the food products was determined. This amount contributes to a "once a day" consumption, from which the rest of the frequencies were calculated according to the following approach:

- When products are eaten "Less than once a week", the amount of an individual portion was divided by 14 because we assumed that this frequency may be about once every 2 weeks. If parents specified that children ate, for example, 3 biscuits, but "less than once a week", the amount of 3 individual portions was divided by 14.

For the remaining frequencies, the following approach was adopted:

- The "1 to 3 times a week" frequency: the amount of an individual portion was divided by 7 days and multiplied by 2 (2 being considered the average of "1 to 3 times a week").
- The "4 to 6 times a week" frequency: the amount of an individual portion divided by 7 days and multiplied by 5 (5 being considered the average of "4 to 6 times a week").
- The "Once a day" frequency: the amount of an individual portion.
- The "Twice a day" frequency: the amount of an individual portion multiplied by 2.
- The "Three or more times a day" frequency: the amount of an individual portion multiplied by the number of times consumed.

The total MDGI in grams was obtained by adding them all up.

Questionnaire validation

To validate the FFQ, the study population was asked to fill in both the FFQ and a 2-day-record (2DR) consecutively by the same parents in two different months to be able to compare the results obtained from the two different surveys. The 2DR is a commonly accepted tool in food consumption studies. However in order to ensure FFQ reliability, the two FFQs were also compared against 7-day-record (7DR) in a smaller group of individuals. The sample size required to validate the FFQ against a 7DR depends on the differences in the mean gluten intake between the FFQ and 2DR and on the maximum accepted deviation between the results of the FFQ and the 2DR, which we established as 20%^{8,9,12,19,20}.

Firstly, the participants completed the FFQ and, the next month, a 2DR (1 weekday and 1 weekend day from the same week). Afterwards the difference of the mean obtained was calculated by each method and, according to this difference, it was possible to calculate the number of participants who had to fill the FFQ and 7DR in the same way that FFQ and 2DR.

Statistical Analysis

Statistical analysis and charts were performed with the R software (version 3.0.2). Data were described with the mean and standard deviation. The sample was formed by 342 children (126 were aged 7-12 months and 216 were aged 13-36 months). The Bland-Altman plots stratified by age group were used to assess the agreement between 2DR vs FFQ and 7DR vs FFQ methods. Additionally, average bias and the 95% limits of agreement were computed for each agreement plot. As an alternative agreement measure, Lin's concordance correlation coefficient was also computed in each case²¹.

Results

Study population

The study population was formed by 342 children; within this amount, 126 were aged 7-12 months (73 girls and 53 boys), they were pooled as group 1 and they contributed to FFQ1 development; 216 were aged 13-36 months (123 girls and 93 boys), i.e. group 2, and contributed to FFQ2. The profile of the majority of the parents who participated was: non-smokers, primary educational level, married, with more than one child, Caucasian, without social problems and some of them did some physical activity at least once a week.

All of them were native from the Regional Community of Valencia, a geographical area with around 5 million inhabitants, coming from different urban and rural settings.

In group 1, the MDGI obtained by the 2DR and the FFQs was 2.81g/day and 2.67 g/day, respectively. According to the difference between these means, it was statistically determined that in order to validate FFQ1, at least 15 parents had to complete the FFQ and the 7DR; the MDGI obtained by 7DR and FFQ was 2.44 g/day and 2.47 g/day respectively.

In group 2, the MDGI obtained by 2DR and the FFQs was 4.85 g/day and 5.68 g/day respectively. According to the difference between these means, it was statistically determined that to validate FFQ2, at least 30 parents had to complete the FFQ and the 7DR. The MDGI obtained by 7DR and FFQ was 4.4 g/day and 4.15 g/day respectively. The mean gluten intakes obtained by the FFQ, the 2DR and 7DR are shown in table I.

Different sources of gluten

The data obtained from the two FFQs allowed to establish the percentages that each food group contributed to the MDGI. The population was divided into different age groups to show the evolution of gluten-containing product intake.

Table I
Mean daily gluten intake in grams per day and the standard deviation (SD) obtained by 2DR, 7DR and FFQ in both age groups

	Age (months)	n	2DR MDGI (SD)	7DR MDGI (SD)	FFQ MDGI (SD)
Study 1 (2DR vs FFQ)	7-12	126	2.81 (1.66)		2.67 (1.11)
	13-36	216	4.85 (2.19)		5.68 (1.99)
Study 2 (7DR vs FFQ)	7-12	15		2.44 (0.66)	2.47 (1.58)
	13-36	30		4.40 (1.58)	4.15 (1.35)

2DR: 2-day food record; 7DR: 7-day food record; MDGI: Mean daily gluten intake in grams per day; SD: Standard Deviation; FFQ: food frequency questionnaire.

Table II
Contribution of different gluten sources as a percentage (%) of total gluten intake at different age points.

	7-8 months	9-10 months	11-12 months	13-18 months	19-24 months	25-36 months
% of food products						
Infant's cereals	60,67	53,86	52,19	24,34	18,26	13,01
Bread	24,86	23,4	16,54	28,0	35,40	40,21
Biscuits	14,46	13,64	11,9	16,45	14,8	12,63
Pasta	0,00	0,25	1,20	3,40	6,40	8,70
Others	0,00	8,85	18,17	27,8	25,13	25,45

As displayed in table II, intake of bread, pasta and other food products (baby food, crumbed products) progressively increased with age at the expense of eating less infant cereals.

Statistical results

Average bias comparing 2DR and FFQ was -0.14 g/day in the 7-12 age group (95% CI [-0.30, 0.03]) and 0.40 in the 13-36 group (95% CI [0.08, 0.71]). 95% limits of agreement ranged from -1.95 to 1.68 in the 7-12 months age group and from -4.23 to 5.03 in the 13-36 months group. There was a noticeable increase in the limits of agreement in the higher age group (Fig. 1). Results of Lin's concordance correlation coefficient were consistent with those obtained from Bland-Altman plot with $\rho = 0.76$ (CI 95% [0.67, 0.82]) for the 7-12 age group and $\rho = 0.57$ (CI 95% [0.48, 0.65]) for the 13-36 age group, representing an acceptable correlation between 2DR and FFQs in both age groups. When comparing 7DR and FFQ, average bias was 0.03 g/day in the 7-12 age group (95% CI

[-0.20, 0.27]) and -0.25 in the 13-36 group (95% CI [-0.94, 0.44]) with 95% limits of agreement ranging from -0.8 to 0.87 in the 7-12 age group and from -3.87 to 3.34 in the 13-36 age group. As in 2DR validation, the limits of agreement increased in the high age group (Fig. 2). As expected, the Bland-Altman plot with limits of agreement between 7DR and FFQ provided better results, with observations coming close to zero for both age groups, which reflects the similarity of the results when either instrument is used. Lin's concordance correlation coefficient was $\rho = 0.77$ (95% CI [0.45, 0.91]) for the 7-12 age group and $\rho = 0.61$ (CI 95% [-0.15, 0.52]) for the 13-36 age group, being in both age groups an acceptable correlation.

Discussion

For the first time, it has been developed a tool to assess gluten intake in infants aged 7-36 months from Valencia. Although the Spanish dietary habits vary throughout the different geographical regions, the same gluten containing products (although in different

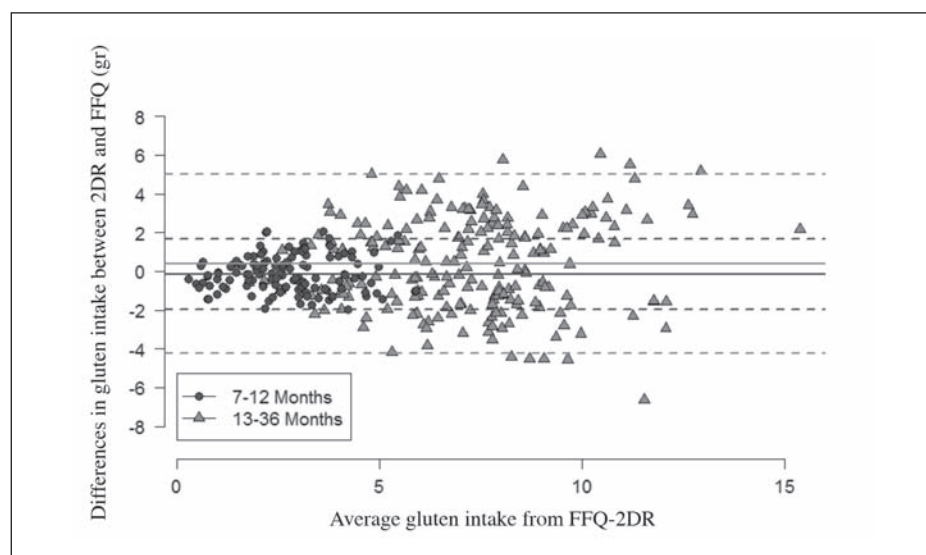


Fig. 1.—Bland-Altman plot of the gluten intake according to the FFQ and the 2DR for the studied sample.

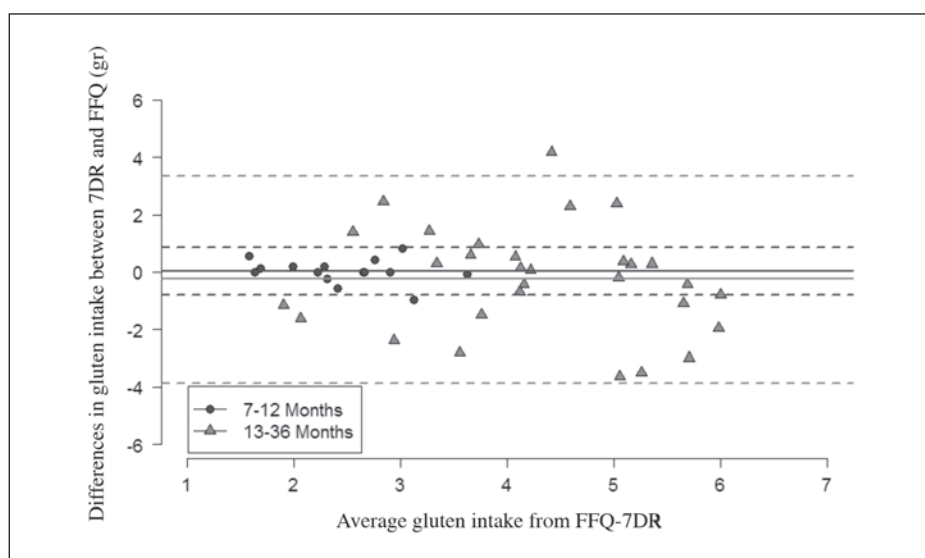


Fig. 2.—Bland-Altman plot of the gluten intake according to the FFQ and the 7DR for the studied sample.

proportions) are consumed all over the country. Therefore it can be assumed these FFQs could be used not only in Valencia but also for the general Spanish population aged 7–36 months. No prevailing food record instrument was used, but two completely new FFQs were developed after conducting a preliminary survey on dietary habits of an age-matched population.

Validation of an FFQ method prior to being used is essential to avoid false associations between dietary factors and diseases, or disease-related markers. Thus validation studies have to be carried out to assess whether the questionnaire measures correctly or to assess if it is in line with an accepted “gold standard”^{19,22,23}. A 7DR is considered the gold standard for diet-based studies as it allows the collection of products consumed a few times a week, or even only once. Hence the information included is more accurate than that obtained by a 2DR. Nevertheless, the 2DR usually provides enough information and is easier for parents to carry out^{8,22,24}. Comparing first the results obtained by the FFQ and the 2DR enables to determine the exact number of 7DR needed for validation, thus minimizing the amount of work done by the collaborating parents. As shown, two FFQs were successfully validated against both 2DR and 7DR. Very few differences were found between the data obtained by the FFQs-gluten and the 7DR, thus indicating that the FFQs-gluten contemplates all the gluten-containing products usually consumed by the infant population, and that the developed gluten-FFQs used, proves a better tool than 2DR to determine the MDGI for infants aged 7–36 months. FFQ is superior to 2DR, especially in infants older than 13 months of age as wider food diversity leads to some products not being eaten on a daily basis, which can be easily missed by short food surveys.

Furthermore, these two FFQs allowed to establish for the first time gluten intake habits in Spanish infants. Between the ages of 7 and 12 months, only a limited diversity of gluten-containing food is introduced. Yet the

older the study population becomes, more new products are introduced. Consequently, the dispersion between the two methods, 2DR-FFQ and 7DR-FFQ, is greater for the 13–36 months age group as compared to the younger group. This diversity also accounts for a higher MDGI in the 13–36-month-old infants, which is almost twice the amount recorded for the younger age group. The amount of gluten provided by cereal intake progressively decreases and contributed to about 60% of gluten intake at the age 7 months, but to only 14% at 36 months of age. Conversely, bread and pasta intake increases gradually together with other products, such as breadsticks (similar to bagel), coated foods (in breadcrumbs or flour), etc.

The two FFQs developed are crucial for precise gluten intaking quantification in specific surveys, such as the Prevent CD study whose results have recently been published (10). In this prospective double blind study it has been shown that the introduction of small quantities of gluten at 16 to 24 weeks of age did not reduce the risk of CD at 3 years of age in a group of high-risk children; it was also determined that gluten intake up to 36 months of age was not related to the development of CD. These associations could be studied thanks to the application of these and other similar FFQs specifically developed for this purpose. Moreover, in the latest study by Anneli Ivarsson and co-workers, an increase was observed in the CD incidence from 1973 to 2009, although the infant feeding recommendation had not been changed since 1995. The group suggested that other environmental and lifestyle factors, such as an increase in gluten consumption, may explain the observed changes in the celiac disease epidemic²⁵. In any case, further impact of gluten intake in CD development later in life is still to be determined.

Very few studies on gluten intake in different populations have been published up to date. A survey in Dutch population using a 2DR showed gluten consumption was 12.0 g/day, which is twice that obtai-

ned for the older age group studied. However, included subjects were aged 2-57 years and no information about MDGI for different age ranges was provided²⁰. Therefore, a comparison with the data is not feasible.

So far, no other specific FFQ to assess gluten intake has been published in other countries, except for the Netherlands, where the authors developed and validated first an FFQ for 0-12-month-old infants and more recently one for children aged 1 to 4 years; in both cases a MDGI about twice that recorded in this study for the same age ranges was reported^{8,9}. The gluten intake pattern of Dutch children is, however, similar to that of the Spanish infants as far as a decrease in porridge intake and an increase in bread intake in relation to age was observed; as for biscuits, no relevant variation was found for the observed age range for both the Dutch and Spanish populations. Nevertheless, many food items included in the Dutch FFQ are only seldom, if not at all, consumed by Spanish children in the geographic area analyzed; conversely, some food habits in Spain include products that are not available in other countries, which also mean that the Dutch FFQ cannot be applied in the setting.

Implications for Research and Practice and Conclusion

The specific FFQs-gluten developed are the only validated questionnaires available to determine the amount of gluten consumed in the pediatric age in the geographical region analyzed. They are user-friendly and are excellent instruments to assess gluten intake in children aged 7-36 months, as well as allowing comparisons of gluten intake to be made in different populations.

Reliable and precise information on gluten intake habits is crucial to conduct epidemiological studies in the field of CD and to establish the real association between gluten consumption and development of CD. For such purposes specific tools as these easy-to-use FFQs are necessary.

Acknowledgments:

We would like to acknowledge the participation of all parents and children in the surveys.

The study was supported by a grant from the Spanish Ministry of Health, FIS PS09/01056.

References

- Husby S, Koletzko S, Korponay-Szabó I, Mearin ML, Phillips A, *et al.* ESPGHAN Guidelines for the Diagnosis of Coeliac Disease in Children and Adolescents: An Evidence-based Approach. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2012; 54: 136-160.
- Dubé C, Rostom A, Sy R, Cranney A, Saloojee N, *et al.* The prevalence of celiac disease in average-risk and at-risk Western European populations: a systematic review. *Gastroenterology.* 2005; 128: S57-S67.
- Sollid LM. Molecular basis of celiac disease. *Annu Rev Immunol.* 2000; 18: 53-81.
- Norris JM, Barriga K, Hoffenberg EJ, Taki I, Miao D, *et al.* Risk of celiac disease autoimmunity and timing of gluten introduction in the diet of infants at increased risk of disease. *JAMA.* 2005; 293: 2343-2351.
- Ivarsson A, Hernell O, Stenlund H and Persson LA. Breast-feeding protects against celiac disease. *Am J Clin Nutr.* 2002; 75: 914-921.
- Ivarsson A, Persson L, Nyström L, Ascher H, Cavell B, *et al.* Epidemic of coeliac disease in Swedish children. *Acta Paediatrica.* 2000; 89:165-171.
- Akobeng AK, Ramanan AV, Buchan I and Heller RF. Effect of breast feeding on risk of coeliac disease: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Arch Dis Child.* 2006; 91: 39-43.
- Hopman EG, Kieft-de Jong JC, le Cessie S, Henriëtte AM, Witteman JC, *et al.* Food questionnaire for assessment of infant gluten consumption. *Clin Nutr.* 2007; 26: 264-271.
- Hopman EG, Pruijn R, Tabben EH, Cessie S and Mearin ML. Food Questionnaire for the Assessment of Gluten Intake by Children 1 to 4 years old. *J of Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2012; 54: 791-796.
- Vriezinga SL, Auricchio R, Bravi E, Castillejo G, Chmielewska A, *et al.* Randomized feeding intervention in infants at high risk for celiac disease. *N Engl J Med.* 2014; 371:1304-15.
- Thomas B. Dietary assessment. In: *Manual of Dietetic Practice.* 3rd ed. Oxford: Blackwell Science; 2001:30-7.
- Willett WC, Sampson L, Stampfer MJ, Rosner B, Bain C, *et al.* Reproducibility and validity of a semiquantitative food frequency questionnaire. *Am J Epidemiol.* 1985; 122: 51-65.
- Flood VM, Wen LM, Hardy LL, Rissel C, Simpson JM, *et al.* Reliability and validity of a short FFQ for assessing the dietary habits of 2-5-year-old children, Sydney, Australia. *Public Health Nutr.* 2013; 17: 498-509.
- Cassidy CM. Walk a mile in my shoes: culturally sensitive food-habit research. *Am J Clin Nutr.* 1994; 59: 190S-197S.
- Ortiz-Andrellucchi A, Henríquez-Sánchez P, Sánchez-Villegas A, Peña-Quintana L, Mendez M, *et al.* Dietary assessment methods for micronutrient intake in infants, children and adolescents: a systematic review. *Br J Nutr.* 2009; 11: S87-117.
- Marriott LD, Robinson SM, Poole J, Borland SE, Godfrey KM, *et al.* What do babies eat? Evaluation of a food frequency questionnaire to assess the diets of infants aged 6 months. *Public Health Nutr.* 2008; 11: 751-756.
- Marriott LD, Inskip HM, Borland SE, Godfrey KM, Law CM, *et al.* What do babies eat? Evaluation of a food frequency questionnaire to assess the diets of infants aged 12 months. *Public Health Nutr.* 2008; 12: 967-972.
- Rodríguez IT, Ballart Fernandez J, Pastor Cucó G, Biarnés Jordá E and Arijá Val V. Validación de un cuestionario de frecuencia de consumo alimentario corto: reproducibilidad y validez. *Nutr Hosp.* 2008; 23: 242-252.
- Cade J, Thompson R, Burley V and Warm D. Development, validation and utilization of food-frequency questionnaires - a review. *Public Health Nutr.* 2001; 5: 567-587.
- Van Overbeek F, Uil-Dieterman I, Mol IW, Köhler-Brands L, Hugo SA, *et al.* The daily gluten intake in relatives of patients with coeliac disease compared with that of the general Dutch population. *Eur J Gastroenterol Hepatol.* 1997; 9: 1097-9.
- Bland JM, Altman DG. Measuring agreement in method comparison studies. *Stat Methods Med Res.* 1999; 8: 135-160.
- Margetts B. M., & Nelson, M, eds. *Design concepts in nutritional epidemiology.* Oxford: University Press; 1997.
- Hankin JH, Wilkens LR. Development and validation of dietary assessment methods for culturally diverse populations. *Am J Clin Nutr.* 1994; 59: 198S-200S.
- Kushi LH. Gaps in epidemiologic research methods: design considerations for studies that use food-frequency questionnaires. *Am J Clin Nutr.* 1994; 59: 180S-184S.
- Namatovu F, Sandström O, Olsson C, Lindkvist M, Ivarsson A. Celiac disease risk varies between birth cohorts, generating hypotheses about causality: evidence from 36 years of population-based follow-up. *BMC Gastroenterology.* 2014; 14:59.

FFQ1. Food frequency questionnaire for Spanish children at 7 – 12 months of age.

Name (Initials):

Date of birth of your child:

Sex:

Date of filling the questionnaire:

Food Questionnaire

1. Does the child exclusively breastfeeding?	☐ No ☐ Yes, go to question number 4
3. What kind of feeding formula do you give your child?	☐ Normal Amount: Commercial brand: ☐ Adapted to food allergy Amount: Commercial brand: ☐ Antireflux / antiregurgitation Amount: Commercial brand: ☐ Others Amount: Commercial brand:
4. Do you feed your child with gluten containing cereals?	☐ No, go to question number 6. ☐ Yes. Commercial brand:
5. How much cereal do you feed your child per day? Indicate the number of scoops or spoonfuls, either in bottle or porridge.	☐ 1 – 3 scoops / spoonful: ☐ Once a day ☐ 2-3 times a day ☐ 4-5 times a day ☐ 6-7 times a day ☐ 4 – 6 scoops / spoonful: ☐ Once a day ☐ 2-3 times a day ☐ 4-5 times a day ☐ 6-7 times a day ☐ More than 6 scoops / spoonful: ☐ Once a day ☐ 2-3 times a day ☐ 4-5 times a day ☐ 6-7 times a day ☐ If they are normal cereals (such as Kellogg's), how much cereals and what commercial brand do you feed your child?
6. When you give salted jars (not homemade) to your child, which commercial brand do you use?	☐ I don't use "ready-to-feed meals" ☐ Hero: - Good night (vegetables and pasta cream) - Market (vegetables with turkey and pasta) ☐ Others:
7. When you give fruit jars to your child, which commercial brand do you use?	☐ I don't use "ready-to-feed meals" ☐ Hero: fruit and cereals macedoine ☐ Nestlé: fruit and cereals cocktail ☐ Others:
8. With what frequency do you give your child the following food products?	

FFQ1 (*continued*).

FREQUENCY										AGE OF INTRODUCTION									
FOOD PRODUCTS	NEVER	Less than once a week	1-3 times a week	4-6 times a week	Once a day	Twice a day	3 times or more a day	<6m	6-7 m	<7m	7-8 m	<8m	8-9 m	<9m	9-10m	<10m	10-11m	<11m	11-12m
Bread (1 slice = 40 g)																			
Biscuits (María, María Dorada, Rio Petit y Tosta Rica)																			
Dinosaurios Lú biscuits																			
Cake (1 portion = 20g)																			
Pastry (1 portion =35g)																			
Breadsticks (Unit)																			
Chocolate (1 unit)																			
Cereals (Nestlé, Milupa, Ordesa, Hero Baby)																			
Cereals (Nutribén)																			
Pasta: (stars, wheat semolina, letters, etc) (Small dish)																			
Crumbed products (1 portion = 75g)																			
Fruit jars (with gluten)																			
Salted jars (with gluten)																			

*In the option “3 times or more a day”, specify the amount.

FFQ2. Food frequency questionnaire for Spanish children at 13 – 36 months of age.

Name (Initials):

Date of birth of your child:

Sex:

Date of filling the questionnaire:

Food Questionnaire

1. Does the child exclusively breastfeeding?	☐ No ☐ Yes, go to question number 4
3. What kind of feeding formula do you give your child?	☐ Normal Amount: Commercial brand: ☐ Adapted to food allergy Amount: Commercial brand: ☐ Antireflux / antiregurgitation Amount: Commercial brand: ☐ Others Amount: Commercial brand:
4. Do you feed your child with gluten containing cereals?	☐ No, go to question number 6. ☐ Yes. Commercial brand:
5. How much cereal do you feed your child per day? Indicate the number of scoops or spoonfuls, either in bottle or porridge.	☐ 1 – 3 scoops / spoonful: ☐ Once a day ☐ 2-3 times a day ☐ 4-5 times a day ☐ 6-7 times a day ☐ 4 – 6 scoops / spoonful: ☐ Once a day ☐ 2-3 times a day ☐ 4-5 times a day ☐ 6-7 times a day ☐ More than 6 scoops / spoonful: ☐ Once a day ☐ 2-3 times a day ☐ 4-5 times a day ☐ 6-7 times a day ☐ If they are normal cereals (such as Kellogg's), how much cereals and what commercial brand do you feed your child?
6. When you give salted jars (not homemade) to your child, which commercial brand do you use?	☐ I don't use "ready-to-feed meals" ☐ Hero: - Good night (vegetables and pasta cream) - Market (vegetables with turkey and pasta) ☐ Others:
7. When you give fruit jars to your child, which commercial brand do you use?	☐ I don't use "ready-to-feed meals" ☐ Hero: fruit and cereals macedoine ☐ Nestlé: fruit and cereals cocktail ☐ Others:
8. With what frequency do you give your child the following food products?	

FFQ2 (continued).

FOOD PRODUCTS	FREQUENCY						
	NEVER	Less than once a week	1-3 times a week	4-6 times a week	Once a day	Twice a day	3 times or more a day
Bread (1 slice = 40 g)							
Sandwich bread (1 slice = 30g)							
Biscuits (María, María Dorada, Rio Petit y Tosta Rica)							
Dinosauius Lu biscuits							
Chocolate biscuits (such as Principe)							
Cake (1 portion = 20g)							
Pastry (1 portion = 35g)							
Breadsticks (Unit)							
Cereals (Nestlé, Milupa, Ordesa, Hero Baby)							
Cereals (Nutribén)							
Breakfast cereals (Kellogs)							
Chocolate cereals							
Pasta: (stars, wheat semolina, letters, etc) (Ration of soup)							
Pasta: (spaghetti, macaroni, ties, etc) (Small dish)							
Hake sticks (1 portion = 75g)							
Chicken nuggets (1 portion = 75g)							
Crumbed products (meat, fish, cheese, etc) (1 portion =75g)							
Milk products with flour (cereals or biscuits)							
Fruit jars (with gluten)							
Salted jars (with gluten)							

*In the option "3 times or more a day", specify the amount.



Original/*Pediatría*

Trastornos de la conducta alimentaria en la edad pediátrica: una patología en auge

Yunior Dueñas Disotuar¹, Mercedes Murray Hurtado¹, Belén Rubio Morell²,
Hima S. Murjani Bharwani³ y Alejandro Jiménez Sosa⁴

¹Servicio de Pediatría. Complejo Hospitalario Universitario de Canarias. ²Servicio de Psiquiatría. Complejo Hospitalario Universitario de Canarias. ³Hospital Universitario Nuestra Señora de Candelaria. ⁴Unidad de Investigación CHUC. Complejo Hospitalario Universitario de Canarias, España.

Resumen

Objetivos: determinar las características de los pacientes en edad pediátrica afectados de trastornos de la conducta alimentaria que requirieron ingreso en el Servicio de Pediatría del Complejo Hospitalario Universitario de Canarias (CHUC).

Material y método: se realizó un estudio retrospectivo de una cohorte de pacientes pediátricos diagnosticados de trastornos de la conducta alimentaria e ingresados en planta de hospitalización pediátrica durante los últimos siete años.

Resultados: de los 35 pacientes de la muestra, un 85,7% fueron mujeres, con una edad media al debut de 13,5 años. En el 77,1% de los casos el diagnóstico principal fue el de anorexia nerviosa de tipo restrictivo. Las alteraciones analíticas más frecuentes detectadas en el momento del ingreso consistieron en descenso de los niveles plasmáticos de proteína fijadora del retinol (RBP), presente en el 57,6% de los casos, e hipovitaminosis D, que en esta muestra estaba presente en el 46,9% de los casos. Se requirió el uso de suplementos hipercalóricos en el 71,4% de los pacientes durante la hospitalización. La ganancia ponderal media durante la estancia fue mayor cuanto menor era el índice de masa corporal (IMC) al ingreso ($p = 0,006$).

Conclusiones: los TCA son enfermedades con incidencia creciente en la edad pediátrica. La pubertad constituye un momento de especial vulnerabilidad para el desarrollo de los TCA (así como de complicaciones médicas secundarias a la desnutrición). En muchos casos el ingreso hospitalario constituye una herramienta necesaria para un correcto manejo, instaurándose las medidas de control necesarias para la recuperación ponderal, la prevención de complicaciones del soporte nutricional y el abordaje de la psicopatología subyacente. El diagnóstico y tratamiento precoz resultan cruciales para evitar una

EATING DISORDERS IN PEDIATRIC AGE: A BOOM PATHOLOGY

Abstract

Aims: to determine the characteristics of pediatric patients suffering from eating disorders that were hospitalized at Hospital Universitario de Canarias.

Materials and methods: a retrospective study in a cohort of pediatric patients diagnosed with eating disorders and admitted in our area was developed during the last seven years.

Results: out of 35 patients in our study, 85.7 % were women, onset average age 13.5. 77.1% of the cases were diagnosed as anorexia nervosa- restrictive type. The most frequent analytical alterations, detected when patients were in hospital, consisted in a drop in plasma levels in retinol binding protein (RBP)- in 57.6% of the cases- and D hypovitaminosis- in 46.9 % of them: the use of high -calories supplements was required in 71.4% of patients during hospitalization. The average weight gain was higher when the body mass index (BMI) was smaller at patient's admission to hospital ($p = 0,006$).

Conclusions: eating disorders are increasing in pediatric age: puberty is a special vulnerable period for its development, as well as medical complications secondary to malnutrition. Admission to hospital is an essential tool for handling many cases; taking the necessary monitoring leading to a weight increase, preventing complications in nutritional support and tackling the underlying psychopathology. Diagnosis and a precocious treatment

Correspondencia: Yunior Dueñas Disotuar.
Servicio de Pediatría.
Complejo Hospitalario Universitario de Canarias.
Ofra s/n 38320. La Laguna.
E-mail: yuniord2@yahoo.com

Recibido: 20-VII-2015.
Aceptado: 17-VIII-2015.

excesiva pérdida ponderal y mayor incidencia de complicaciones.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:2091-2097)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9662

Palabras clave: Trastorno de la conducta alimentaria. Anorexia nerviosa. Vitamina D. Proteína fijadora del retinol.

Abreviaturas

TCA: Trastornos de la conducta alimentaria.

AN: Anorexia nerviosa.

BN: Bulimia nerviosa.

TCANE: Trastornos de la conducta alimentaria no especificados.

DSM: Manual diagnóstico y estadístico de las enfermedades mentales.

CIE 10: Clasificación internacional de enfermedades.

CHUC: Complejo Hospitalario Universitario de Canarias.

IMC: Índice de masa corporal.

SNG: Sonda nasogástrica.

RBP: Proteína fijadora del retinol.

25OHD: 25-hidroxivitamina D.

SR: Síndrome de realimentación.

EKG: Electrocardiograma.

Introducción

Los trastornos de la conducta alimentaria (TCA), son una de las enfermedades psiquiátricas más frecuentes en adolescentes y mujeres jóvenes¹. Se caracterizan por una alteración del patrón de ingesta o de la conducta sobre el control del peso, que producen un deterioro físico y psicosocial. Esta alteración de la conducta no debe ser secundaria a ninguna enfermedad médica o psiquiátrica. Se ha relacionado con una seria morbilidad, así como una significativa mortalidad, constituyendo un problema de salud pública, por su frecuencia, gravedad y tendencia a la cronicación.

Clásicamente se han descrito tres trastornos principales²: anorexia nerviosa (AN), bulimia nerviosa (BN), y otros TCA no especificados (TCANE)

La incidencia real de los TCA es desconocida y se cree que están infradiagnosticados. Existen revisiones recientes en las que se analiza la incidencia y prevalencia en diversas regiones¹. En la población pediátrica se estima una incidencia de 3,01 casos por 100.000 habitantes, de los cuales aproximadamente un 37% reúne los criterios de anorexia nerviosa, un 1.4% de bulimia nerviosa y un 43% de TCANE³. Existe un pico de incidencia entre las mujeres de 15 y 19 años.

La etiología de los trastornos de la conducta alimentaria es probablemente multifactorial, involucrándose factores como la predisposición genética, los antecedentes familiares psiquiátricos y/o de TCA, la obesi-

dad, así como aspectos ambientales, socioculturales y psicológicos (baja autoestima, depresión, rigidez, perfeccionismo, etc.)^{4,5}.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:2091-2097)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9662

Key words: Eating behavior disorder. Anorexia nervosa. Vitamin D. Retinol binding protein.

dad, así como aspectos ambientales, socioculturales y psicológicos (baja autoestima, depresión, rigidez, perfeccionismo, etc.)^{4,5}.

El diagnóstico es clínico. Los criterios diagnósticos vienen definidos en el Manual diagnóstico y estadístico de las enfermedades mentales (DSM) de la Asociación Americana de Psiquiatría, actualmente en su quinta edición, así como en la Clasificación internacional de enfermedades (CIE-10). A pesar de contar con criterios diagnósticos actualizados, el enfoque de ambas clasificaciones se adapta mejor a la población adulta, lo que dificulta la identificación de casos en edades tempranas⁶, estableciéndose el diagnóstico en muchos casos cuando la enfermedad está avanzada.

Muchos de los pacientes con desórdenes alimentarios graves o de larga duración requieren ingreso hospitalario debido a la dificultad para el manejo ambulatorio de las alteraciones bioquímicas, orgánicas y psicológicas⁷⁻¹⁰. Los TCA cuentan además con la tasa de mortalidad más elevada de todos los trastornos psiquiátricos, causada principalmente por fallo cardíaco o suicidio. Por ello, es prioritario el diagnóstico y tratamiento temprano de estos trastornos¹¹.

Los objetivos del este estudio son, por una parte, describir las características físicas y psicosociales de los pacientes en edad pediátrica afectados de TCA, además de las complicaciones derivadas del trastorno. En segundo lugar, evaluar los resultados terapéuticos nutricionales y psiquiátricos derivados de la aplicación del protocolo interno de manejo de los trastornos de la conducta alimentaria en edad pediátrica del Complejo Hospitalario Universitario de Canarias (CHUC).

Pacientes y métodos

Se realizó un estudio con una cohorte histórica de escolares y adolescentes menores de 16 años, que fueron ingresados en la planta de hospitalización del Servicio de Pediatría del CHUC con diagnóstico de trastorno de la conducta alimentaria, entre el 1 de Enero de 2008 y el 31 de Diciembre de 2014.

Para el diagnóstico de los subtipos de TCA se utilizaron los criterios del DSM-IV.

Los resultados de las variables cuantitativas se expresan con medias, desviaciones estándar y rangos. Las variables categóricas se expresan con frecuencias y porcentajes. Las comparaciones de proporciones se realizaron con las pruebas de chi cuadrado o exacta

de Fisher, según procediera. Las comparaciones de grupos en variables cuantitativas se realizaron con la prueba de Mann-whitney. Se usó el coeficiente rho de Spearman para estimar las asociaciones entre variables cuantitativas y ordinales. Los análisis estadísticos se llevaron a cabo con el paquete estadístico SPSS v.17.0 (Chicago, ILL). Se consideraron significativos los valores de probabilidad menores a 0,05.

Resultados

Se incluyeron 35 pacientes. Durante el periodo de estudio 6 pacientes requirieron reingreso, no siendo incluidos los ingresos sucesivos en el análisis estadístico. Los casos clasificados por año de ingreso hospitalario se muestran en la figura 1.

Las características en el momento del ingreso hospitalario se resumen en la tabla I. La duración de la estancia hospitalaria osciló entre 3 y 132 días, siendo la más corta por alta voluntaria, con una estancia media global de 47 ± 30 días.

Se observó que, a mayor tiempo de evolución de la enfermedad previo al ingreso, los porcentajes de pérdida de peso fueron mayores ($r=0,41$, $p=0,008$). Además, cuanto menor era el IMC al ingreso, menores eran el perímetro braquial ($r=0,82$, $p<0,001$) y el pliegue tricúspital ($r=0,63$, $p<0,001$).

Entre los posibles factores desencadenantes del TCA, en cinco sujetos se detectaron conflictos familiares y sociales, y en seis casos recibieron algún comentario negativo sobre su peso. El 37,1% de los pacientes contaba con antecedentes familiares de algún trastorno de la conducta alimentaria y el 22,9% tenía antecedentes de problemas psiquiátricos en la infancia.

Los signos detectados en la exploración física al ingreso y las alteraciones analíticas más frecuentes se muestran en la tabla II. La hipoglucemia y los niveles bajos de prealbúmina constituyeron un hallazgo poco frecuente. Ningún paciente presentó déficit de zinc

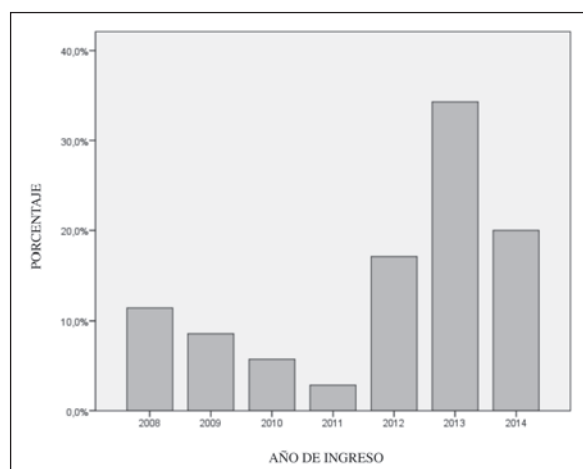


Fig. 1.—Distribución por años de los ingresos.

Tabla I <i>Características generales al ingreso (n= 35).</i>	
Edad (años)	13,5 (10,2-15,9)
Sexo (Mujer) — n (%)	30 (86)
Tiempo de Evolución (meses)	10,29 (2-48)
Perdida Ponderal (%)	24,82 (6-42)
IMC	16,84 (13,34-21,6)
IMC (SD)	-1,05 (-2,11 – 0,23)
Perímetro braquial (cm) (SD)	21,15 (3-26) -0,81 (-2,16 – 1,06)
Pliegue tricúspital (mm) (SD)	8,9 (3,2-16,5) -1,1 (-2,6 – 0,24)
Diagnóstico — n (%)	
Anorexia Nerviosa	27 (77,1)
TCANE	7 (20)
Bulimia Nerviosa	1 (2,9)
Síntomas del TCA — n (%)	
Restricción Alimentaria	35 (100)
Conductas Purgativas	10 (28,6)
Hiperactividad Compensadora	24 (68,6)
Atracones	9 (25,7)
Abuso de laxantes y/o diuréticos	1 (2,9)
Distorsión de la Imagen Corporal	31 (88,6)
Síntomas Obsesivos	23 (65,7)
Amenorrea	25 (72)

Tabla II <i>Exploración física y parámetros de laboratorio al ingreso (n= 35).</i>	
Signos y síntomas — n (%)	
Panículo adiposo disminuido	26 (74,3)
Frialdad acra	18 (51,4)
Facies hipotímica	17 (48,6)
Xerosis	16 (45,7)
Palidez cutánea	13 (37,1)
Bradycardia	10 (28,6)
Alteraciones de la analítica sanguínea — n (%)	
Disminución de RBP	19 (57,6)
Déficit de 25OH-Vitamina D	15 (46,9)
Déficit de ácido fólico	4 (11,8)
Alteraciones del perfil lipídico	6 (17,6)
Leucopenia	5 (14,7)
Anemia	5 (14,3)
Alteraciones del perfil tiroideo	4 (11,8)
Déficit prealbúmina	3 (9,1)

o de vitamina B12. En una paciente se registraron datos de hepatitis crónica secundaria a la malnutrición mantenida, así como derrame pericárdico asintomático y en otro caso se observó tiroiditis durante el ingreso.

Al ingreso se tomaron medidas para la prevención del síndrome de realimentación. No se registraron casos graves. Sólo se observaron signos incipientes de un posible síndrome de realimentación en 3 pacientes (8,6%), desapareciendo en pocos días tras descender transitoriamente los aportes de calorías y líquidos.

Fue necesaria la administración de un suplemento hipercalórico de nutrición enteral en 25 pacientes (71,4%), y se recurrió al uso de SNG en 8 pacientes (22,9%), sobre todo por negativa reiterada a la ingesta o por ser ésta insuficiente para cubrir los requerimientos y propiciar la adecuada ganancia ponderal.

Los que requirieron SNG tenían menor IMC al ingreso ($16,5 \pm 1,55$ vs. $18,8 \pm 2,16$; $p = 0,001$), recibieron más suplemento hipercalórico (8 de 8 [100%] vs. 17 de 27 [63%]; $p = 0,046$) y consiguieron mayor ganancia ponderal ($4,2 \pm 2,92$ vs. $1,1 \pm 1,71$; $p = 0,001$).

El uso de SNG aumentó la duración del ingreso hospitalario (40 ± 23 vs. 72 ± 39 días; $p = 0,046$); también el uso de suplementos hipercalóricos incrementó la duración del ingreso hospitalario (19 ± 16 vs. 59 ± 26 días; $p < 0,001$).

Todos los pacientes recibieron atención psiquiátrica especializada y terapia cognitivo-conductual a diario. Durante el periodo de estudio un 57,1% de los pacientes fueron además tratado con sertralina, y un 45,7% con clorazepato dipotásico. Otros fármacos utilizados de forma puntual en algún paciente fueron olanzapina, lorazepam, ciproheptadina y sulpirida. El uso de fármacos psicotrópos se evitó al inicio de la hospitalización, hasta que el estado clínico del paciente permitió su administración con seguridad, y limitándose al tratamiento de la psicopatología acompañante limitante que no cedió con la renutrición ni con la terapia cognitivo-conductual.

El estreñimiento, como complicación frecuente de los TCA que contribuye a las dificultades para la alimentación, se trató durante el ingreso hospitalario dada la facilidad para hacer un uso controlado y así evitar el abuso; hasta un 62,9% de los pacientes recibieron laxantes durante su estancia hospitalaria. La sensación de pirosis, también frecuente como síntoma digestivo, se trató durante periodos cortos hasta en un 14,2% de los casos con omeprazol.

La ganancia ponderal media durante el ingreso hospitalario fue de $3,31 \pm 3$ kg, con un IMC al alta hospitalaria de 18 kg/m^2 de media (significativamente mayor que al ingreso), y un valor medio del IMC al mes del alta de $18,77 \text{ kg/m}^2$ (Fig. 2), sin diferencias significativas entre estos últimos.

Discusión

Los TCA son enfermedades con importantes dificultades para el diagnóstico en la edad pediátrica: a nivel psicológico, suele ser difícil a edades tempranas describir sensaciones y percepciones, por lo que los niños pueden no manifestar insatisfacción por el peso o la figura¹²; por otra parte, a nivel físico en las niñas

prepubéres o con menstruación aún irregular la presencia de amenorrea puede no ser valorable, y la gran variabilidad en las tasas de crecimiento físico pueden invalidar el IMC o el peso como factores determinantes a tener en cuenta; por tanto, se considera que los criterios diagnósticos vigentes no son plenamente aplicables a la edad pediátrica⁵. Parte de estas dificultades se ve resuelta con la publicación de los nuevos criterios diagnósticos recogidos en el DSM-V.

A la dificultad para el diagnóstico se suma la especial vulnerabilidad tanto a nivel físico como psíquico propia de estas edades, pudiéndose producir consecuencias deletéreas e incluso irreversibles, por lo que se considera que un alto nivel de sospecha y el reconocimiento de ciertos signos de alarma por parte del profesional sanitario resultan esenciales para un diagnóstico y tratamiento precoz, como primer paso que condicionará el pronóstico.

A pesar de estas dificultades, los TCA en la edad pediátrica presentan una serie de factores que mejoran el pronóstico respecto a los adultos, como son un menor tiempo de evolución de la enfermedad al diagnóstico, una menor mortalidad global, mayores tasas de curación, así como la figura de los padres que a estas edades aún puede ejercer una cierta supervisión y apoyo en todo el proceso de diagnóstico y tratamiento hasta la curación¹³.

En cuanto a los subtipos de TCA, en nuestra población predomina la anorexia nerviosa de tipo restrictivo; no obstante, clásicamente se afirmaba que la bulimia nerviosa es la presentación más común de los TCA, con una prevalencia estimada del 1-2% frente al 0,4-0,8% de prevalencia estimada en la anorexia nerviosa¹⁴; sin embargo, los TCANE representan un grupo de trastornos frecuentemente infradiagnosticados, por lo que si bien los datos de los diferentes estudios sobre la epidemiología del mismo son imprecisos, se considera actualmente que pueden conformar el tipo más frecuente de TCA¹⁵.

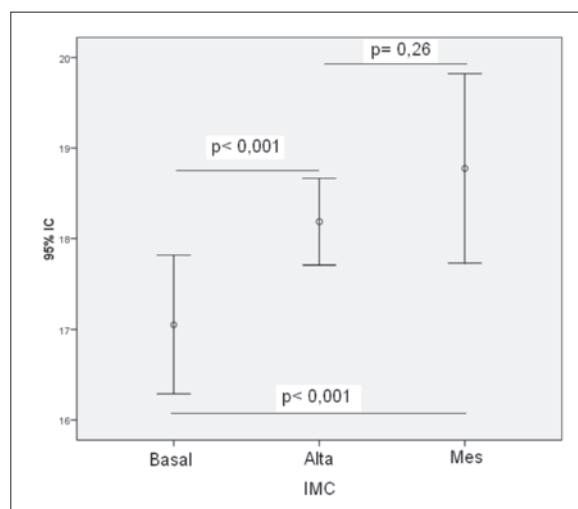


Fig. 2.—Evolución del IMC desde el ingreso.

En nuestra serie hay un claro predominio del sexo femenino con un ratio hombre a mujer aproximado de 1:7, en consonancia con los datos aportados por la mayoría de autores⁵. La proporción de varones afectados de TCA es mayor en niños que en adolescentes y adultos¹².

La edad media de debut de la enfermedad se sitúa en nuestra muestra en torno a los 13 años, lo cual concuerda con los datos que señalan a la pubertad como un momento de especial vulnerabilidad para el inicio de TCA.

Al ingreso se deben investigar factores de riesgo predisponentes al desarrollo de un desorden alimentario, así como posibles factores desencadenantes¹⁶. En nuestra población un porcentaje importante de los pacientes presentaba antecedentes personales de problemas psiquiátricos en la infancia o antecedentes familiares de algún TCA, indicando que el factor genético puede jugar un papel importante para la presencia de estos trastornos en los niños y adolescentes. De hecho, se ha postulado que la genética puede ser responsable en la pubertad de hasta el 50-85% de los factores de riesgo para desarrollar TCA (con mayor papel a esta edad que los factores ambientales)³.

Otros factores de riesgo han sido descritos, como los cambios a nivel físico y emocional propios de la pubertad, sobrepeso u obesidad, presiones socio-culturales, de los medios de comunicación o aspectos psicológicos propios del individuo (insatisfacción con la imagen corporal, presente hasta en un 25-81% de las adolescentes, baja autoestima, depresión, trastorno obsesivo-compulsivo, ansiedad social, dificultades para el cambio, rituales, perfeccionismo¹⁷).

Como norma general, una vez diagnosticado el TCA, es deseable realizar un abordaje inicial y tratamiento a nivel ambulatorio¹⁵, si bien en muchas ocasiones dada la gravedad del cuadro o las dificultades para el control de la sintomatología se debe proceder al ingreso hospitalario. Siempre es conveniente intentar que el ingreso sea voluntario. Sí existe acuerdo unánime en que el IMC como dato aislado no debe ser el criterio para indicar un ingreso¹⁸. En nuestra muestra el IMC medio al ingreso se sitúa en 16,6 kg/m² (-2,28 SD para la edad y sexo), y en la mayoría de los casos no ha sido el factor determinante que ha propiciado la indicación de tratamiento intrahospitalario (teniéndose en cuenta otros como el porcentaje de pérdida de peso, restricción alimentaria e hídrica severas, desbordamiento familiar o imposibilidad para el manejo ambulatorio). Como se puede observar en nuestros resultados, hay una relación directa entre el tiempo de evolución de la enfermedad previo al ingreso y la pérdida ponderal, hecho de gran importancia al haberse demostrado que la pérdida significativa de peso conlleva más alteraciones físicas y psíquicas, mayor presencia de complicaciones y una peor evolución⁶.

En la valoración nutricional al ingreso se pueden encontrar múltiples alteraciones analíticas como manifestación de estados carenciales o afectación multior-

gánica¹⁹, y la mayoría de las mismas son reversibles con la recuperación nutricional. En nuestra muestra los datos analíticos más frecuentemente detectados fueron el descenso de proteína fijadora del retinol y de vitamina D, y sin embargo otros datos descritos como prevalentes en la literatura (anemia, hipocaliemia, hipoglucemia, etc.) fueron escasos en la población estudiada, lo cual puede deberse a un diagnóstico precoz en nuestro caso, con afectación de RBP como marcador de malnutrición aguda. La hipovitaminosis D puede explicarse bien por la tendencia de estos pacientes a cubrir el cuerpo (con baja exposición solar por tanto) propia de la distorsión de la imagen corporal en los TCA, o bien como déficit frecuente en los adolescentes sanos, si bien también hay que tener en cuenta que en nuestro caso no registramos las variaciones estacionales en el momento de la extracción de la analítica, y que otros factores como la edad, sexo e IMC, entre otros, pueden modificar los niveles de 25OHD, así como el criterio utilizado por cada autor para definir la hipovitaminosis D²⁰. Durante el periodo que permanecieron ingresados nuestros pacientes no se realizaron densitometrías de forma rutinaria, en vista de que la correlación entre déficit de vitamina D y osteopenia/osteoporosis presenta mayor relación con el tiempo de evolución de la enfermedad hasta su diagnóstico que con los niveles séricos de vitamina D²¹.

Los TCA son enfermedades que se manifiestan con afectación multisistémica¹⁹. En nuestra serie se observa que un porcentaje importante de los pacientes presentaban bradicardia, xerosis cutánea, palidez o frialdad acra. Todas estas alteraciones hacen referencia a la disfunción cardiovascular que presentaban estos pacientes. Varios autores también han observado una clara disminución de la frecuencia cardíaca en su muestra de pacientes con TCA⁹, y De Simone y col.²² descubrieron en su estudio sobre la hemodinámica en estos pacientes que la resistencia vascular periférica está aumentada, motivo por el cual presentan xerosis, palidez y frialdad acra, entre otros signos. En nuestra población hemos encontrado, además, un caso de malnutrición grave asociada a AN restrictiva, en el que se añadían insuficiencia respiratoria hipercárbica, hepatitis y derrame pericárdico, todo ello en relación con la propia enfermedad. La amenorrea, de duración variable, es casi universal en las mujeres post-púberes con una pérdida significativa de peso; el restablecimiento de los ciclos menstruales puede ser un signo de recuperación nutricional, si bien se puede retrasar hasta 6 meses después de alcanzar un peso adecuado¹⁸.

Siguiendo el protocolo interno de manejo de los TCA ingresados en Pediatría de nuestro hospital, y partiendo de la base de una colaboración estrecha entre Psiquiatría y Nutrición pediátrica, se inicia desde el primer día la valoración conjunta, rehabilitación nutricional y abordaje psicoterapéutico.

La rehabilitación nutricional, que siempre debe ir paralela al abordaje psicopatológico, educación nutricional y tratamiento médico de las complicaciones, se

inicia con la toma de medidas para la prevención del síndrome de realimentación (SR). Éste fue descrito por primera vez por Weinsier y Krumdiek²³ como respuesta de consecuencias potencialmente letales a la renutrición vía oral, enteral o parenteral en sujetos previamente malnutridos. En su fisiopatología se involucran la homeostasis de la glucosa y la respuesta insulínica a la misma, que genera una cascada de alteraciones en el balance hidroelectrolítico (en especial con alteraciones en los niveles de fósforo, cuyo descenso puede llevar a debilidad muscular, arritmias, fallo cardíaco y muerte)²⁴. La incidencia es desconocida, y se sabe que puede ser asintomático, por lo que se requiere tomar medidas de prevención, vigilancia clínica y analítica estrecha, y un alto índice de sospecha. No existen ensayos clínicos que avalen un protocolo único de prevención del SR²⁵.

En nuestro centro se inicia la realimentación con dieta hipocalórica (en torno al 50% de los requerimientos teóricos, o menos en pacientes con alto riesgo de SR), se suplementa sistemáticamente con un polivitamínico, fósforo y tiamina, se monitorizan diariamente constantes, peso y balance hídrico junto con exploración física minuciosa, y se realizan controles analíticos seriados. Gracias a estas medidas, no hemos registrado casos de SR instaurado, aunque sí hemos podido constatar signos incipientes como edemas, ganancia ponderal excesiva al inicio de la realimentación o descenso en los niveles de fósforo respecto a la determinación al ingreso (sin llegar a una hipofosforemia franca), obligando bien a descender el aporte calórico o a realizar controles más estrechos.

Generalmente se puede iniciar y completar la recuperación nutricional sólo con alimentos naturales¹⁷. El uso de suplementos vía oral puede ser útil a corto plazo (por ejemplo para destete de SNG, para complementar calorías en pacientes con saciedad precoz, etc), o bien en pacientes que lo prefieran inicialmente porque ingerir alimentos naturales les genere elevado temor o si al tomar grandes cantidades se produce disconfort por el retraso del vaciamiento gástrico y la motilidad intestinal disminuida; sin embargo, el uso de suplementos de forma mantenida puede reforzar el rechazo por la comida y generar dependencia, además de no contribuir a la educación en patrones saludables de alimentación. En nuestro caso se usaron hasta en un 71,4% de los pacientes, sobre todo en forma de suplemento vía oral con el fin de asegurar una ganancia ponderal adecuada durante el ingreso cuando ésta no se conseguía con la ingesta de una dieta estándar. El uso de SNG debe ser restringido a pacientes con peso extremadamente bajo (IMC<12), mala adherencia a la dieta o negativa a la ingesta oral, en caso de complicaciones como deterioro en enzimas pancreáticas, EKG o electrolitos, o si el ingreso se programó para iniciar SNG¹⁷.

Las estancias medias de ingreso relativamente prolongadas que requieren estos pacientes (47± 30 días de media en nuestra muestra) deben llevarnos a tener en cuenta factores como el impacto social y en calidad

de vida que tiene la enfermedad para el sujeto y su familia, así como el alto coste a nivel económico. Sin embargo, no es conveniente proceder a altas precoces, sin alcanzar una mejoría significativa a nivel psicopatológico y físico (adecuada conciencia de enfermedad con habilidades adquiridas para el control de la restricción alimentaria, conductas purgativas e hiperactividad física, patrones saludables de alimentación, y un IMC “de seguridad”, si bien no existe acuerdo acerca de cuál debería ser el IMC a conseguir). Actualmente se estudian abordajes alternativos, bien mediante estancias en régimen de día o regímenes mixtos con buenos resultados¹.

En cuanto al pronóstico de los pacientes afectos de trastornos de la conducta alimentaria, se ha observado que la mayoría de AN en edad pediátrica y adolescencia presenta recuperación y la mantiene a los 5 años¹⁸. En estudios previos, con seguimiento a 20 años, entre el 30 y el 70% de los casos recuperaron su peso ideal. Sin embargo, la mortalidad en estos pacientes se estima en torno al 0.56% por año, presentando un incremento de la mortalidad en 12 veces el de la población general, siendo el riesgo de suicidio 57 veces superior²⁶. El riesgo de muerte parece de momento impredecible, y no muestra relación clara con el tiempo de duración de la enfermedad o la edad¹⁷.

Conclusiones

Los TCA han presentado en las últimas décadas un incremento en su incidencia en la edad pediátrica, influyendo las nuevas tendencias alimentarias y un concepto “artificial” de belleza, que distorsiona la realidad de una imagen corporal equilibrada y saludable. Se trata de un grupo de enfermedades de difícil diagnóstico en edades tempranas, y con potenciales consecuencias graves a nivel físico y psicológico. El tratamiento es complejo y requiere un abordaje multidisciplinar precoz e intensivo. Los resultados de nuestro estudio pueden ayudar a comprender mejor las características de los pacientes afectos de TCA en edad pediátrica.

Referencias

1. Herpertz-Dahlmann, Beate et al. Day-patient treatment after short inpatient care versus continued inpatient treatment in adolescents with anorexia nervosa (ANDI): a multicentre, randomised, open-label, non-inferiority trial. *The Lancet* 2014; 383 (9924) 1222 – 1229.
2. Hoek HW. Classification, epidemiology and treatment of DSM-5 feeding and eating disorders. *Curr Opin Psychiatry* 2013; 26:529-531.
3. Nicholls DE, Lynn R, Viner RM. Childhood eating disorders: British national surveillance study. *BJP* 2011; 198:295-301.
4. Klump KL, Burt SA y col. Changes in genetic and environmental influences on disordered eating across adolescence: a longitudinal twin study. *Arch Gen Psychiatry* 2007; 64(12):1409-1415.
5. Portela de Santana ML, da Costa Ribeiro Junior H y col. La epidemiología y los factores de riesgo de los trastornos ali-

- mentarios en la adolescencia; una revisión. *Nutr Hosp* 2012; 27:391-401.
6. Sim LA, McAlpine DE y col. Identification and Treatment of Eating Disorders in the Primary Care Setting. *Mayo Clin Proc* 2010; 85(8):746-751.
 7. Bomba M, Riva A y col. Impact of speed and magnitude of weight loss on the development of brain trophic changes in adolescents with anorexia nervosa: a case control study. *Italian Journal of Pediatrics* 2013; 39:14.
 8. Meczekalski B, Podfigurna-Stopa A, Katulski K. Long-term consequences of anorexia nervosa. *Maturitas* 2013; 75:215-220.
 9. Casiero D, Frishman WH. Cardiovascular Complications of Eating Disorders. *Cardiology in Review* 2006; 14:227-231.
 10. Boghi A, Sterpone S y col. In vivo evidence of global and focal brain alterations in anorexia nervosa. *Psychiat Res* 2011; 192(3):154-159.
 11. Arcelus J, Mitchell AJ, Wales J, Nielsen S. Mortality rates in patients with anorexia nervosa and other eating disorders. A meta-analysis of 36 studies. *Archives of General Psychiatry* 2011; 68(7):724-731.
 12. Nicholls D, Stanhope R. Medical complications of anorexia nervosa in children and young adolescents. *Eur Eat Disord Rev* 2000;8(2):170-180.
 13. Miller CA, Golden NH. An introduction to eating disorders: clinical presentation, epidemiology and prognosis. *Nutr Clin Pract* 2010; 25:110-115.
 14. Turnbull S, Ward A, Treasure J, et al. The demand for eating disorder care. An epidemiological study using the general practice research database. *Br J Psychiatry* 1996;169:705-12.
 15. Catherine A. Miller and Neville H. Golden. An Introduction to Eating Disorders : Clinical Presentation, Epidemiology, and Prognosis. *Nutr Clin Pract* 2010 25: 110.
 16. Herpertz-Dahlmann B et al. Adolescent Eating Disorders: Update on Definitions, Symptomatology, Epidemiology, and Comorbidity. *Child Adolesc Psychiatr Clin N Am* 2015;24(1):177-196.
 17. Nicholls D, Lee Hudson, Fermeda Mahomed. Managing anorexia nervosa. *Arch Dis Child* 2011;96:10 977-982.
 18. Cockfield A and Ursula Philpot (2009). Managing anorexia from a dietitian's perspective. *Proceedings of the Nutrition Society*, 68: 281-288.
 19. Cleary BS, Gaudiani JL, Mehler PS. Interpreting the complete blood count in anorexia nervosa. *Eat Disord* 2010; 18(2):132-9
 20. Moreno LA, Valtueña J, Pérez-López F, González-Gross M. Health effects related to low vitamin D concentrations: beyond bone metabolism. *Ann Nutr Metab* 2011;59(1):22-7.
 21. Eriksen SA y col. Bone and vitamin D status in patients with anorexia nervosa. *Dan Med J* 2014; 61(11):A4940
 22. De Simone G, Scalfi L, Galderisi M y col. Cardiac abnormalities in young women with anorexia nervosa. *Br Heart J* 1994; 71:287-292
 23. Weinsier RL, Krumdiek CL. Death resulting from overzealous total parenteral nutrition: the refeeding syndrome revisited. *Am J Clin Nutr* 1981; 34:393-399.
 24. Kohn MR, Madden S, Clarke SD. Refeeding in anorexia nervosa: Increased safety and efficiency through understanding the pathophysiology of protein calorie malnutrition. *Curr Opin Pediatr* 2011;23(4):390-394.
 25. Ormerod C, Farrer K, Harper L, Lal S. Refeeding syndrome: a clinical review. *Br J Hosp Med (Lond)*. 2010;71(12) 686-690
 26. Forman S. et al. Eating disorders: Epidemiology, pathogenesis, clinical features, and course of illness. [Monografía en Internet]. Waltham (MA): UpToDate; 2013 [acceso 02 de enero de 2013]. Disponible en: <http://www.uptodate.com>



Original/Síndrome metabólico

Una alimentación poco saludable se asocia a mayor prevalencia de síndrome metabólico en la población adulta chilena: estudio de corte transversal en la Encuesta Nacional de Salud 2009-2010

Catalina Dussailant^{1,5}, Guadalupe Echeverría¹, Luis Villarroel², Pedro Paulo Marin^{3,4} y Attilio Rigotti^{1,5}

¹Centro de Nutrición Molecular y Enfermedades Crónicas.²Departamento de Salud Pública.³Programa de Geriatria y Gerontología.⁴Departamento de Medicina Interna.⁵Departamento de Nutrición, Diabetes y Metabolismo, Escuela de Medicina, Pontificia Universidad Católica, Santiago, Chile.

Resumen

Introducción: el síndrome metabólico (SM) es un conjunto de factores de riesgo que predisponen a padecer enfermedad cardiovascular y diabetes. Una dieta poco saludable juega un rol importante en el desarrollo de esta condición. En este estudio evaluamos la prevalencia de síndrome metabólico y su asociación con la calidad de la dieta en adultos chilenos.

Métodos: se analizaron los datos de 2.561 adultos mayores de 18 años de edad incluidos en la última Encuesta Nacional de Salud (ENS 2009-2010), que contaban con información para el diagnóstico de síndrome metabólico siguiendo los criterios de ATP III-NCEP. La frecuencia de consumo de pescado, cereales integrales, frutas, verduras y lácteos fue analizada y asociada a la presencia de SM. Por medio de un índice de dieta saludable (IDS), se evaluó la calidad global de la dieta y se correlacionó con la prevalencia de este síndrome.

Resultados: un menor consumo de cereales integrales se asoció a una mayor prevalencia de síndrome metabólico (OR=1,78; 95% IC: 1,088-2,919; p=0,022). El IDS mostró que el consumo de alimentos tiene mejor calidad en mujeres y a mayor edad y mejor nivel educacional. Un IDS<3 puntos se asoció con un mayor riesgo de síndrome metabólico (OR IDS<3 / IDS≥3=3,69 95% IC:1,884-7,225, p<0,001).

Conclusión: la población adulta chilena presenta una elevada prevalencia de síndrome metabólico asociado al consumo de una alimentación de mala calidad.

(Nutr Hosp. 2015;32:2098-2104)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9657

Palabras clave: Síndrome metabólico. Prevalencia. Alimentación. Calidad de la dieta.

Correspondencia: Attilio Rigotti.
Departamento de Nutrición, Diabetes y Metabolismo.
Escuela de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile,
Marcoleta 367, interior, 4.º Piso.
Santiago, CP 8330024, Chile.
E-mail: arigotti@med.puc.cl

Recibido: 21-VII-2015.
Aceptado: 17-VIII-2015.

UNHEALTHY FOOD INTAKE IS LINKED TO HIGHER PREVALENCE OF METABOLIC SYNDROME IN CHILEAN ADULT POPULATION: CROSS SECTIONAL STUDY IN 2009-2010 NATIONAL HEALTH SURVEY

Abstract

Introduction: metabolic syndrome (MS) is a clustering of risk factors known to promote cardiovascular disease and diabetes. Environmental factors, such as unhealthy diet, play a major role in the development of this condition. In this study, we evaluated the prevalence of MS and its association with food intake quality among Chilean adults.

Methods: we analyzed data of 2 561 adults (≥18 years-old) included in the last National Health Survey (NHS 2009-2010) who had appropriate information to diagnose MS based on ATP III-NCEP guidelines. Consumption frequency of fish, whole grains, dairy, fruits and vegetables was also analyzed and associated with MS prevalence. Using a healthy diet score (HDS), we described the overall diet quality and further correlated it with MS prevalence.

Results: we found that lower whole grain intake was associated with greater MS prevalence (OR=1.78; 95% CI: 1.088-2.919; p=0.022). HDS showed better diet quality among women and in subjects with increasing age and higher educational level. A HDS<3 points was associated with an increased risk of MS (OR HDS<3 / HDS≥3=3.69; 95% CI 1.884-7.225, p<0.001).

Conclusion: Chilean adult population exhibits a high prevalence of MS linked to a poor diet quality.

(Nutr Hosp. 2015;32:2098-2104)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9657

Key words: Metabolic syndrome. Prevalence. Food intake. Diet quality.

Abreviaturas

ATPIII-NCEP: *Adult Treatment Panel III* del *National Cholesterol Educational Program* de los Estados Unidos

ENS: Encuesta Nacional de Salud

ECV: Enfermedad cardiovascular

IDS: Índice de dieta saludable

OR: Odds Ratio

c-HDL: Colesterol HDL

c-LDL: Colesterol LDL

TG: Triglicéridos

SM: Síndrome metabólico

Introducción

El síndrome metabólico (SM) consiste en la presencia simultánea de diferentes factores de riesgo que predisponen al desarrollo de enfermedad cardiovascular y diabetes¹. Varias definiciones y criterios diagnósticos han sido propuestos por importantes organizaciones de salud, entre ellas la *World Health Organization* (WHO)², la *International Diabetes Federation* (IDF)³ y el *Adult Treatment Panel III* del *National Cholesterol Education Program* de Estados Unidos (ATP III-NCEP)⁴. Las principales alteraciones clínicas y/o metabólicas que constituyen este síndrome son la obesidad abdominal, la dislipidemia aterogénica (colesterol HDL bajo y triglicéridos elevados), la presión arterial elevada y la disglucemia⁵. El mecanismo fisiopatológico subyacente a esta condición no ha sido completamente aclarado, pero se postula que la resistencia a la insulina o la obesidad abdominal son eventos centrales para la aparición y la coexistencia de estos factores de riesgo como un conglomerado clínico distintivo⁶.

Debido a la actual transición nutricional y epidemiológica, la prevalencia de SM ha aumentado considerablemente en el mundo entero, incluyendo los países latinoamericanos⁷. A nivel mundial, se estima que la prevalencia de SM alcanza a un 20-25% de la población adulta⁸. Consecuentemente, diversas patologías crónicas, entre ellas la diabetes y la aterosclerosis han aumentado considerablemente, posicionando a la enfermedad cardiovascular como una de las más importantes causas de mortalidad y morbilidad a nivel mundial. Este hecho hace fundamental la identificación de los factores ambientales modificables que favorecen el desarrollo de este síndrome, de manera de aportar información valiosa para la planificación de estrategias poblacionales destinadas hacia la prevención y el tratamiento de esta condición.

Algunos factores ambientales como la obesidad, el sedentarismo y la dieta poco saludable contribuyen importantemente al desarrollo de SM. Es por esto que cambios en el estilo de vida, incluyendo una menor ingesta calórica y mayor actividad física orientados a la mantención de un peso corporal adecuado, son elementos claves en su prevención y tratamiento⁴. Sin

embargo, el papel de elementos específicos de la dieta sobre el desarrollo de SM no ha sido completamente aclarado, pero existen estudios que asocian determinados alimentos o patrones dietarios con prevalencia de este síndrome. En este sentido, el consumo de carnes rojas, frituras y bebidas azucaradas o dietéticas se ha asociado prospectivamente con una mayor incidencia de SM^{9,10}. Por el contrario, una mayor ingesta de frutas y verduras¹¹, lácteos¹⁰ y cereales integrales¹² se ha correlacionado inversamente con la aparición de SM. Además, hay estudios que sugieren que una dieta poco saludable típica occidental se asocia a una mayor prevalencia de este síndrome^{10,13}, mientras que otras más saludables -ricas en frutas, verduras, cereales integrales y lácteos descremados- se asocian a una menor frecuencia de SM^{13,14}. Finalmente, la dieta DASH (*Dietary Approaches to Stop Hypertension*) y la dieta mediterránea han inducido, en estudios clínicos de intervención prospectivos y controlados, una mejoría en varios componentes del SM y son efectivos en el tratamiento de esta condición^{15,16}. A este respecto, se ha visto también que los beneficios de la dieta mediterránea se producen sin la necesidad de una pérdida de peso total, lo que sugiere que características intrínsecas de los alimentos que componen este patrón dietario serían los responsables de los beneficios observables en salud¹⁶.

Sin embargo, la gran mayoría de los análisis de asociación entre la calidad de la alimentación y la incidencia o prevalencia de SM derivan de estudios de países desarrollados con escasa evidencia disponible desde regiones subdesarrolladas, incluyendo países latinoamericanos. El objetivo de nuestro estudio fue analizar la calidad de la dieta en una muestra representativa de adultos chilenos y luego asociarla con la prevalencia de SM en esta población usando los datos disponibles de la última Encuesta Nacional de Salud realizada en los años 2009-2010 (ENS 2009-2010).

Metodología

Muestra estudiada

La ENS realizada entre los años 2009 y 2010 tuvo como objetivo estudiar la prevalencia y distribución de diferentes enfermedades crónicas en Chile. Utilizando un método por muestreo probabilístico multietápico y estratificado, este estudio de corte transversal seleccionó individuos no institucionalizados mayores de 15 años de edad que vivían en sus hogares. Un reporte detallado de este diseño se encuentra disponible en su sitio web¹⁷. Con el objetivo de aumentar la eficacia muestral y estandarizar la exactitud de las estimaciones, la muestra cruda fue calculada con una sobrerrepresentación de algunos sectores de la población (p.e., adultos mayores, sector rural, regiones diferentes a la Región Metropolitana). Por esta razón, los datos de la muestra original fueron corregidos por factores de expansión previo a todos los análisis de manera que la

muestra expandida fuera equivalente con la población chilena mayor de 15 años proyectada según el censo del año 2010. De esta muestra original de 5.412 participantes, fueron analizados los datos de 2.561 adultos mayores de 18 años que contaban con la información necesaria para hacer el diagnóstico de SM utilizando los criterios propuestos por el *Adult Treatment Panel* del *National Cholesterol Education Program* (ATP III-NCEP) de EE.UU.

El protocolo de esta Encuesta Nacional de Salud -así como el consentimiento informado correspondiente- fueron aprobados por el Comité de Ética en Investigación de la Pontificia Universidad Católica de Chile y el estudio fue ejecutado por el Departamento de Salud Pública de la Escuela de Medicina de esta misma universidad.

Recolección de datos y análisis de laboratorio

La encuesta fue realizada por entrevistadores y enfermeras durante dos visitas domiciliarias en que se aplicaron cuestionarios de salud que incluían antecedentes mórbidos personales, familiares y tratamientos farmacológicos. Se realizó también un examen físico y se tomaron muestras de sangre en ayunas. Las muestras fueron procesadas y analizadas en el Laboratorio Central del Hospital Clínico de la Pontificia Universidad Católica de Chile (con certificación *Center for Disease Control* de EE.UU. para la medición de lípidos plasmáticos). El colesterol HDL, los triglicéridos y la glicemia fueron medidos con métodos enzimáticos estandarizados. La presión arterial fue medida en tres oportunidades consecutivas separadas por un reposo de 5 minutos. La circunferencia abdominal fue medida según la técnica recomendada por el ATP III-NCEP de EE.UU⁴.

Para el diagnóstico de SM, se utilizó el criterio propuesto por el ATP III-NCEP. Por lo tanto, esta condición se consideró clínicamente presente si se cumplían al menos 3 de las siguientes condiciones: (1) presión arterial $\geq 130/85$ mm Hg o uso de tratamiento antihipertensivo; (2) circunferencia de cintura > 102 cm en hombres y > 88 cm en mujeres; (3) triglicéridos ≥ 150 mg/dL o uso de hipolipemiantes; (4) glicemia de ayunas ≥ 100 mg/dL, presencia de diabetes o uso de hipoglicemiantes; y (5) colesterol de HDL < 40 mg/dL en hombres y < 50 mg/dL en mujeres o uso de hipolipemiantes⁴.

Encuesta alimentaria y estimación de índice de dieta saludable (IDS)

En la ENS 2009-2010, la ingesta de alimentos fue medida utilizando un cuestionario de frecuencia de consumo de 5 alimentos considerados claves por su aporte de nutrientes fundamentales y que promueven la salud. De esta manera, se obtuvo información con

respecto al consumo de pescados, frutas, verduras, cereales integrales y lácteos (principalmente orientado a detectar intolerancia a la lactosa).

Adicionalmente, se calculó un índice de dieta saludable (IDS), el cual fue construido integrando la información de consumo de todos los alimentos encuestados, exceptuando a los lácteos, ya que la encuesta no hizo distinción entre lácteos enteros y descremados. La frecuencia de consumo de cada alimento que define cada puntaje del índice se muestra en la Tabla I. El IDS se calculó como la suma de los puntajes asignados a los 4 grupos de alimentos, quedando con un rango posible de puntaje entre 0 a 4 puntos.

Análisis estadístico

Para ponderar correctamente la cantidad de individuos poblacionales a los cuales representa cada persona en la muestra, los análisis estadísticos se hicieron después de la corrección por factores de expansión. Las variables numéricas continuas se presentan como promedio e intervalo de confianza de 95% y las variables categóricas se presentan como número de casos y porcentajes. Se utilizó el test Chi-cuadrado para comparar variables categóricas, test t de Student aplicable a muestras independientes para contrastar variables continuas y la razón de chances (OR) para determinar riesgo relativo de SM según diversos factores, incluyendo el consumo de alimentos. Se usó análisis de regresión logística compleja para determinar la asociación del consumo de alimentos con SM ajustando por el efecto de otras variables como sexo, edad, nivel socioeconómico, actividad física e índice de masa corporal.

Una diferencia se consideró estadísticamente significativa cuando el valor de p resultó inferior o igual a 0.05. Los análisis fueron hechos usando el programa estadístico SPSS v17.0 para Windows.

Tabla I
Criterios de puntuación según frecuencia de consumo de alimentos para el cálculo del índice de dieta saludable (IDS)

<i>Tipo de Alimento</i>	<i>Frecuencia de consumo</i>	<i>Puntos</i>
Verduras	< 1 porción/día	0
	1 a 3 porciones/día	0.5
	≥ 3 porciones/día	1
Frutas	< 1 porción/día	0
	1 a 2 porciones/día	0.5
	≥ 2 porciones/día	1
Cereales integrales	< 1 porción/semana	0
	> 1 porción/semana	0.5
	Cada día	1
Pescado	< 1 porción/mes	0
	< 3 porciones/mes	0.5
	≥ 1 porción/semana	1

Resultados

Características de la muestra de estudio

La muestra de estudio consistió en 2.561 adultos mayores de 18 años de edad con representatividad de la población adulta chilena, con más mujeres (52%) que hombres (48%) y una edad promedio de 44,4 años. La prevalencia de enfermedad cardiovascular (ECV) fue 11,8% y de hipertensión y diabetes 28,1 y 8,8% respectivamente. La tabla II muestra las características clínicas y demográficas de la muestra estudiada.

Prevalencia de síndrome metabólico en la población adulta chilena

Aplicando el criterio diagnóstico de ATPIII-NCEP, la prevalencia de SM en la población general alcanzó un 28,7%, siendo mayor en mujeres que en hombres (32,7 vs 24,5%; $p=0,01$). El componente del criterio diagnóstico de SM más frecuentemente detectado en esta población fue el colesterol HDL bajo (44,7%) seguido de la presión arterial elevada (44,5%), mientras que el factor menos prevalente correspondió a la disglucemia (17,8%).

Por otro lado, la prevalencia este síndrome se detectó con mayor frecuencia en el nivel socioeconómico bajo comparado con los niveles medio o alto (46,8%, 27,8% y 19,2% respectivamente; $p<0,001$). A su vez, se observó una mayor prevalencia de esta condición a mayor edad (11%, 40,5% y 49,4% para los grupos etarios de 18-39, 40-59 y ≥ 60 años de edad, respectivamente; $p<0,001$).

Consumo de alimentos en los adultos chilenos

Al evaluar el consumo de alimentos en la población chilena, se observó que el consumo recomendable de

los mismos fue bajo en todos los casos, no superando el 30%. Así, las frutas (≥ 2 porciones al día) son consumidas por un 28,3% de la población, los lácteos (≥ 1 porción al día) por un 23,3%, la recomendación de ≥ 5 porciones de frutas y verduras al día por un 16,1%, los cereales integrales (≥ 1 porción al día) por un 15%, las verduras (≥ 3 porciones al día) por un 11,6% y pescado (≥ 1 porción a la semana) solamente por un 9,4% de la población.

Índice de alimentación saludable

Al reunir los datos de consumo de pescados, frutas, verduras y cereales integrales para obtener un índice de alimentación saludable (IDS), se observó un valor promedio general de 1,29 (IC 95%: 1,23–1,35) y este índice no alcanzó un puntaje superior a 2 puntos (50% de lo considerado óptimo, IDS=4 puntos) en ningún rango de edad de la población estudiada. Sin embargo, la figura 1 muestra un aumento del IDS a mayor edad de la población, evidenciándose el nivel más alto de IDS -una alimentación más saludable- entre los 65 y 74 años de edad para luego bajar al peor índice de toda la muestra en los adultos mayores de 75 años ($p=0,009$). Asimismo, la aplicación de este índice permitió establecer que la alimentación tiene mejor calidad en las mujeres que en los hombres (IDS 1,4 vs 1,1 puntos; $p<0,001$) y a mayor nivel educacional ($p<0,001$).

Asociación entre consumo de alimentos y calidad de la dieta con la prevalencia de síndrome metabólico

Al analizar la asociación entre el consumo de alimentos y SM (Figura 2), la única asociación significativa correspondió a un bajo consumo de cereales integrales (< 1 porción/día) con un mayor riesgo de SM

Tabla II
Características demográficas y clínicas de la población de adultos chilenos estudiados ($n = 2.561$)

Parámetros	Valores observados
Edad (años) - media (IC 95%)	44,4 (43,3 – 45,5)
Sexo masculino - % (IC 95%)	48,3 (44,6 – 52,0)
ECV - % (IC 95%)	11,8 (9,8 – 14,2)
Diabetes - % (IC 95%)	8,8 (7,1 – 11,0)
Hipertensión - % (IC 95%)	28,1 (25,1 – 31,3)
Obesidad - % (IC 95%)	27,5 (24,5 – 30,7)
Tabaquismo - % (IC 95%)	39,1 (35,4 – 42,8)

ECV: Enfermedad cardiovascular; IC: Intervalo de confianza.

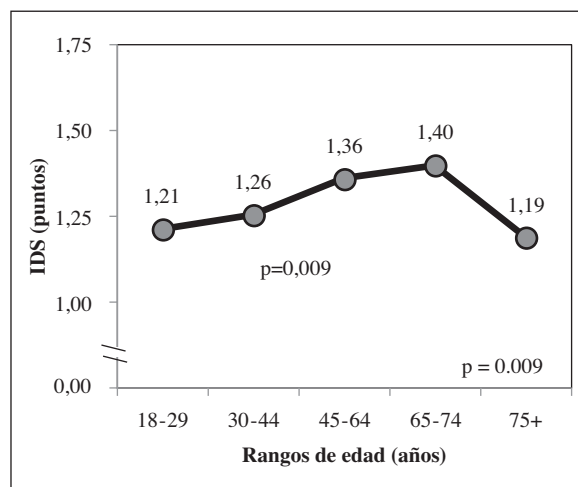


Fig. 1.—Índice de dieta saludable (IDS) según rangos de edad en población adulta chilena.

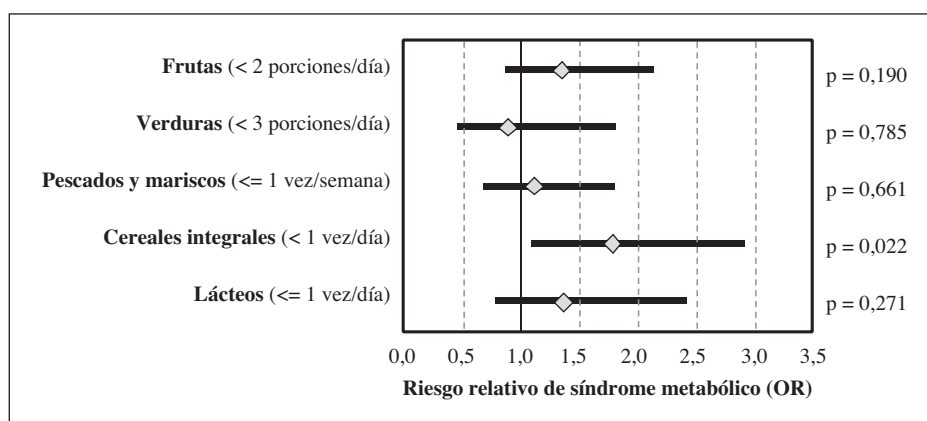


Fig. 2.—Asociación entre consumo de alimentos y riesgo de síndrome metabólico en población adulta chilena. Esta asociación corresponde a un modelo ajustado por sexo, edad, nivel educacional, nivel de actividad física e índice de masa corporal.

(OR=1,782; IC 95% 1,088-2,919; $p=0,022$) ajustada por sexo, edad, nivel educacional, nivel de actividad física e índice de masa corporal.

Por otro lado, una dieta de baja calidad (IDS<3) se correlacionó a una mayor prevalencia de TG elevados (OR=4,358, IC 95% 2,424-7,835; $p<0,005$), niveles bajos de colesterol HDL (OR=2,399, IC 95% 1,408-4,089; $p=0,001$) y presión arterial elevada (OR 1,940, IC 95% 1,049-3,588, $p=0,035$), incluyendo ajustes por sexo, edad, nivel educacional, nivel de actividad física e índice de masa corporal. Asimismo, una dieta de peor calidad -IDS<3 o menos saludable- se asoció a una mayor prevalencia de SM (Figura 3; $p=0,003$) y un mayor riesgo de SM (OR IDS<3/IDS $\geq$ 3=3,690; IC 95% 1,884 – 7,225, $p<0,001$).

Discusión

Este estudio es, a nuestro saber, el primero trabajo que ha evaluado la prevalencia de SM y su asociación con la calidad de la dieta en una muestra representativa de la población adulta chilena, estableciendo que una

alimentación poco saludable se asocia a una mayor frecuencia de esta condición de riesgo para enfermedades crónicas.

La prevalencia de este síndrome en nuestra población fue menor que la reportada en Estados Unidos en NHANES 1999-2006¹⁸ y comparable con algunos países latinoamericanos^{19,20}. Sin embargo, los reportes disponibles en diferentes regiones del mundo tienden a mostrar cifras muy diferentes dependiendo de la población estudiada y la metodología utilizada, por lo que las comparaciones entre poblaciones deben ser realizadas cuidadosamente. De hecho, en Latinoamérica existen reportes que muestran prevalencia de SM muy diferentes y con una distribución muy variada de los diferentes componentes de este síndrome²¹. Por otro lado, la detección de diferencias en cuanto a prevalencia y distribución de los componentes de SM es esperable para diferentes localidades geográficas y etnias, ya que los factores ambientales y genéticos de cada región son determinantes importantes en la forma como se manifiesta este síndrome en cada población.

A pesar de las discrepancias mencionadas, y de acuerdo con lo publicado consistentemente a nivel internacional, nuestros datos muestran mayor frecuencia de SM en los adultos mayores lo que confirma la existencia de un aumento en la prevalencia de esta condición con la edad^{18,21,22}. Debido a cambios fisiológicos propios del envejecimiento y a una exposición acumulativa a factores ambientales modificables, la prevalencia de los componentes del SM, del síndrome en sí mismo y de otros factores de riesgo cardiovascular tienden a aumentar con el paso de los años, especialmente debido a alzas en las cifras de presión arterial y niveles de glicemia²¹, lo que explicaría la mayor tasa de mortalidad y morbilidad por enfermedad cardiovascular en este grupo etario²³.

En cuanto al consumo de alimentos analizados en esta población, los resultados de este estudio indican que la alimentación de los adultos chilenos es, en general, de mala calidad, ya que muestra un bajo consumo óptimo y recomendado de frutas, verduras, cereales integrales, pescados y lácteos. El insuficien-

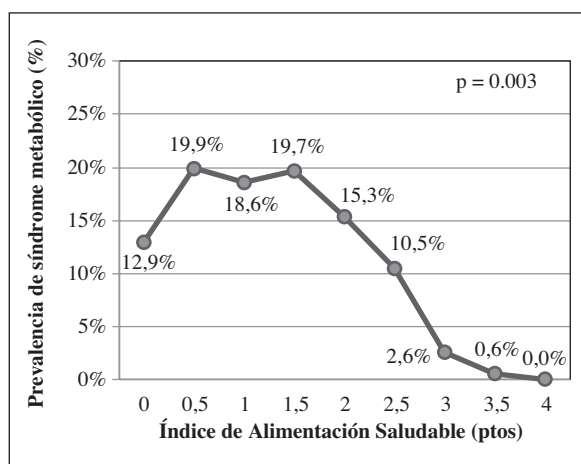


Fig. 3.—Prevalencia de síndrome metabólico según nivel del índice de alimentación saludable.

te consumo de frutas y verduras observado en nuestro país concuerda con datos de países vecinos y se explica, al menos en parte, por la transición nutricional en curso en Latinoamérica. De hecho, durante las últimas décadas se ha observado una disminución del consumo de frutas, verduras, cereales integrales y legumbres, los que han sido gradualmente reemplazados por otros alimentos menos saludables como carbohidratos refinados, productos procesados y otros ricos en grasas, lo que ha llevado en conjunto a una occidentalización de la dieta en países latinoamericanos²⁴.

Por otro lado, el índice de dieta saludable (IDS) aplicado en este estudio evidenció una dieta de mejor calidad a mayor edad, alcanzándose una dieta más saludable en el grupo de adultos entre 65 a 74 años y luego este índice llega a su menor valor en los adultos mayores de 75 años de edad. Es sabido que las personas de mayor edad consumen menos comida rápida y más frutas y verduras que a edades más tempranas²⁵, aunque la brusca caída en la calidad de la alimentación detectada en los adultos mayores de 75 años podría explicarse por circunstancias socioeconómicas, de salud y cambios fisiológicos del envejecimiento que pueden favorecer situaciones de aislamiento social, enfermedad y dependencia. Estos factores, a su vez, hacen a los adultos mayores más proclives a presentar anorexia y/o dificultan su acceso a alimentos y preparaciones más saludables.

Como se mencionó previamente, la ingesta de varios tipos de alimentos saludables se ha correlacionado con un menor riesgo de SM⁹⁻¹⁴. A pesar que el consumo de frutas y verduras ha sido asociado con una menor prevalencia de SM¹¹, esta asociación no fue observada en nuestro estudio. Es probable que el bajo consumo generalizado de estos tipo de alimentos no permitió contar con un poder estadístico suficiente para mostrar beneficios observables a nivel poblacional. En contraste, se observó una asociación inversa entre el consumo de cereales integrales y la prevalencia de SM. En estudios previos, el consumo de cereales integrales y de fibra ha sido relacionado con efectos positivos en salud cardiovascular. Por ejemplo, un estudio prospectivo mostró que un elevado consumo de fibra proveniente de cereales integrales otorgaba un 21% menos de riesgo de eventos coronarios en una población de adultos mayores²⁶. Del mismo modo, varios estudios han asociado un mayor consumo de cereales integrales con menor prevalencia de SM^{12,27}. Por otro lado, aunque el consumo de cereales integrales, así como de frutas y verduras, se vincula a un estilo de vida general más saludable, a un menor peso corporal y mayor práctica de actividad física²⁶, el ajuste realizado por estas variables no modificó la significancia de la relación entre ingesta de cereales integrales y SM en nuestro análisis.

Por otro lado, la detección de los beneficios de diferentes alimentos en las poblaciones se hace más patente cuando los evaluamos en conjunto -versus su análisis por separado-, ya que el efecto sinérgico y aditivo

de cada uno de ellos puede producir un efecto de mayor magnitud en salud que en forma aislada. Por esto, el estudio de patrones alimentarios -más que el consumo de alimentos específicos- puede ser una mejor aproximación para evaluar el real impacto que tiene la dieta sobre la salud de las personas. De esta manera, la dieta occidental típica, rica en carbohidratos refinados, grasas y alimentos procesados, ha sido previamente asociada a una mayor prevalencia de SM^{10,13}. De modo contrario, la dieta mediterránea y DASH han mostrado tener efectos positivos sobre este síndrome¹⁵. Con respecto a la dieta mediterránea, el estudio PREDIMED (Prevención con Dieta Mediterránea) mostró que una mayor adherencia a la dieta mediterránea se asociaba a un menor riesgo de presentar triglicéridos elevados y colesterol HDL bajo, junto con una menor prevalencia general de SM¹⁴. El mismo estudio reportó recientemente que una intervención con dieta mediterránea se asocia a una mayor tasa de reversión de SM y sus componentes¹⁶.

El índice de alimentación saludable (IDS) desarrollado a partir de los alimentos encuestados en la ENS 2009-2010 y aplicado en este estudio permitió evaluar en forma más integral el nivel de adherencia de la población a un estilo de alimentación saludable. Los alimentos incluidos en su cálculo (pescados, frutas, verduras y cereales integrales) han sido considerados también en otros índices de adherencia a una dieta saludable²⁸. Sin embargo, es importante recalcar las limitaciones de este índice, ya que está construido con información de un número limitado de alimentos saludables y, por otro lado, no considera la evaluación del consumo de otros productos poco saludables como carnes rojas y alimentos azucarados. Además, el consumo considerado máximo o ideal en algunos de los ítems es menor que el de las recomendaciones de otros índices similares. Por ejemplo, el consumo máximo de pescado para nuestro IDS corresponde a más de una vez por semana mientras que la dieta mediterránea recomienda su consumo 3 veces por semana.

A pesar de estas limitaciones, el IDS permite predecir información valiosa en cuanto a la ingesta de fibra, ácidos grasos poliinsaturados y antioxidantes beneficios para la salud. Es así como el IDS mostró que una dieta más saludable y -potencialmente rica en los nutrientes mencionados- se asociaba inversamente con la prevalencia de SM en la población chilena. En la muestra estudiada, a medida que la calidad de la dieta mejoraba y alcanzaba un IDS ≥ 3 puntos, la prevalencia de SM disminuyó significativamente. Del mismo modo, una dieta menos saludable (IDS < 3 puntos) se asoció a un mayor riesgo de SM, presión arterial elevada y niveles de triglicéridos altos y colesterol HDL bajo. Estos hallazgos concuerdan con lo previamente publicado en la literatura.

En conclusión, la prevalencia de SM en la población adulta chilena es elevada, traduciendo una situación de elevado riesgo cardiovascular que es alarmante y que hace urgente la toma de conciencia para lograr el de-

sarrollo e implementación de estrategias poblacionales efectivas orientadas a modificar los factores de riesgo a los que está expuesto nuestro país. En este sentido, este estudio detectó que la dieta de la población chilena es de mala calidad y se asocia a una mayor prevalencia de SM, por lo que cambios a nivel poblacional en la forma de alimentación de los chilenos podrían disminuir la prevalencia de este síndrome y consecuentemente reducir la incidencia de patologías crónicas, entre ellas la enfermedad cardiovascular. La promoción de una mayor adherencia a las recomendaciones de una dieta más saludable -como el patrón propuesto por la alimentación mediterránea, considerando que la región central de Chile corresponde a uno de los cinco ecosistemas mediterráneos del mundo- podría ser una estrategia efectiva para disminuir el riesgo de enfermedades crónicas y mejorar el estado de salud y calidad de vida de nuestra población.

Referencias

1. Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JI, Donato KA, 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(16):1640-5
2. Alberti KG, Zimmet PZ. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation. *Diabet Med* 1998;15(7):539-53
3. International Diabetes Federation. The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome 2006 [cited 2015 May]. Available from: http://www.idf.org/webdata/docs/MetS_def_update2006.pdf.
4. Grundy SM, Cleeman JI, Daniels SR, Donato KA, Eckel RH, Franklin BA, et al. Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement. *Circulation* 2005;112(17):2735-52
5. Grundy SM, Brewer HB, Jr., Cleeman JI, Smith SC, Jr., Lenfant C, American Heart A, et al. Definition of metabolic syndrome: Report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association conference on scientific issues related to definition. *Circulation* 2004;109(3):433-8
6. Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ. The metabolic syndrome. *Lancet* 2005;365(9468):1415-28
7. Cuevas A, Alvarez V, Carrasco F. Epidemic of metabolic syndrome in Latin America. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes* 2011;18(2):134-8
8. Tanner RM, Brown TM, Muntner P. Epidemiology of obesity, the metabolic syndrome, and chronic kidney disease. *Curr Hypertens Rep* 2012;14(2):152-9
9. Babio N, Sorli M, Bullo M, Basora J, Ibarrola-Jurado N, Fernandez-Ballart J, et al. Association between red meat consumption and metabolic syndrome in a Mediterranean population at high cardiovascular risk: cross-sectional and 1-year follow-up assessment. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2012;22(3):200-7
10. Lutsey PL, Steffen LM, Stevens J. Dietary intake and the development of the metabolic syndrome: the Atherosclerosis Risk in Communities study. *Circulation* 2008;117(6):754-61
11. Esmailzadeh A, Kimiagar M, Mehrabi Y, Azadbakht L, Hu FB, Willett WC. Fruit and vegetable intakes, C-reactive protein, and the metabolic syndrome. *Am J Clin Nutr* 2006;84(6):1489-97
12. Sahyoun NR, Jacques PF, Zhang XL, Juan W, McKeown NM. Whole-grain intake is inversely associated with the metabolic syndrome and mortality in older adults. *Am J Clin Nutr* 2006;83(1):124-31
13. Esmailzadeh A, Kimiagar M, Mehrabi Y, Azadbakht L, Hu FB, Willett WC. Dietary patterns, insulin resistance, and prevalence of the metabolic syndrome in women. *Am J Clin Nutr* 2007;85(3):910-8
14. Babio N, Bullo M, Basora J, Martinez-Gonzalez MA, Fernandez-Ballart J, Marquez-Sandoval F, et al. Adherence to the Mediterranean diet and risk of metabolic syndrome and its components. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2009;19(8):563-70
15. Azadbakht L, Mirmiran P, Esmailzadeh A, Azizi T, Azizi F. Beneficial effects of a Dietary Approaches to Stop Hypertension eating plan on features of the metabolic syndrome. *Diabetes Care* 2005;28(12):2823-31
16. Babio N, Toledo E, Estruch R, Ros E, Martinez-Gonzalez MA, Castaner O, et al. Mediterranean diets and metabolic syndrome status in the PREDIMED randomized trial. *CMAJ* 2014;186(17):E649-57
17. Ministry of Health, Chile [cited 2015]. Available from: <http://epi.minsal.cl/estudios-y-encuestas-poblacionales/encuestas-poblacionales/descarga-ens/>.
18. Mozumdar A, Liguori G. Persistent increase of prevalence of metabolic syndrome among U.S. adults: NHANES III to NHANES 1999-2006. *Diabetes Care* 2011;34(1):216-9
19. de Carvalho Vidigal F, Bressan J, Babio N, Salas-Salvado J. Prevalence of metabolic syndrome in Brazilian adults: a systematic review. *BMC Public Health* 2013;13:1198
20. Florez H, Silva E, Fernandez V, Ryder E, Sulbaran T, Campos G, et al. Prevalence and risk factors associated with the metabolic syndrome and dyslipidemia in White, Black, Amerindian and Mixed Hispanics in Zulia State, Venezuela. *Diabetes Res Clin Pract* 2005;69(1):63-77
21. Grundy SM. Metabolic syndrome pandemic. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2008;28(4):629-36
22. Escobedo J, Scharagrodsky H, Champagne B, Silva H, Boissonnet CP, Vinuesa R, et al. Prevalence of the metabolic syndrome in Latin America and its association with sub-clinical carotid atherosclerosis: the CARMELA cross sectional study. *Cardiovasc Diabetol* 2009;8:52
23. Heart and Stroke Statistics [July 2015]. Available from: http://www.heart.org/HEARTORG/General/Heart-and-Stroke-Association-Statistics_UCM_319064_SubHomePage.jsp.
24. Bermudez OI, Tucker KL. Trends in dietary patterns of Latin American populations. *Cad Saude Publica* 2003;19 Suppl 1:S87-99
25. Nicklett EJ, Kadell AR. Fruit and vegetable intake among older adults: a scoping review. *Maturitas* 2013;75(4):305-12
26. Mozaffarian D, Kumanyika SK, Lemaitre RN, Olson JL, Burke GL, Siscovick DS. Cereal, fruit, and vegetable fiber intake and the risk of cardiovascular disease in elderly individuals. *JAMA* 2003;289(13):1659-66
27. Esmailzadeh A, Mirmiran P, Azizi F. Whole-grain consumption and the metabolic syndrome: a favorable association in Tehranian adults. *Eur J Clin Nutr* 2005;59(3):353-62
28. Martínez-González MA, Fernández-Jarne E, Serrano-Martínez M, Wright M, Gomez-Gracia E. Development of a short dietary intake questionnaire for the quantitative estimation of adherence to a cardioprotective Mediterranean diet. *Eur J Clin Nutr* 2004;58:1550-2



Original/Síndrome metabólico

Diagnosis of metabolic syndrome in children as a potential indicator of technical ability in medical and nutritional care

Isabel Medina Vera¹, Aurora E. Serralde Zúñiga², Laura Islas Ortega³, Edith Jiménez Rolland¹, Karla Daniela Jiménez Chanes⁴ and Martha Guevara Cruz¹

¹Department of Nutrition Physiology, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición, Salvador Zubirán. ²Department of Clinical Nutrition, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición, Salvador Zubirán. ³Department of Endocrinology, Children's Hospital DIF, Hidalgo. ⁴Medicine School, Universidad Veracruzana, campus Xalapa, México.

Abstract

Background: currently, there is an increase in the incidence of obesity in the pediatric population, which is associated with an increase in metabolic syndrome (MetS). Thus, an early diagnosis of MetS is needed in this population to improve the prevention of cardiovascular disease and type 2 diabetes in adulthood.

Objective: the aim of this study was to explore the ability of health professionals to identify the main criteria for MetS in children, which is required for establishing the conditions for early diagnosis and timely treatment.

Methods: a cross-sectional study was conducted using a survey and conducted in two states of the republic (Aguascalientes and Hidalgo) and in the Federal District from January to December 2014.

Results: the questionnaire was applied to 274 health professionals. Most of these professionals (61.7%) reported knowledge of the criteria for MetS diagnosis in children and adolescents. Additionally, it was observed that 63.1% of professionals did not perform the needed measurements the waist of circumference in preschool children and that 46.4% did not measure them in school children. However, 64.6% of professionals performed the measurements in adolescents.

Conclusions: this study found that health professionals providing care to pediatric patients do not know the parameters and cutoff points for MetS diagnosis. They do not conduct a deliberate search for MetS risk factors, which is a major limitation for diagnosis and early treatment. Therefore, we suggest a systematic approach for

DIAGNÓSTICO DE SÍNDROME METABÓLICO EN NIÑOS COMO INDICADOR POTENCIAL DE LA CAPACIDAD TÉCNICA EN LA ATENCIÓN MÉDICA Y NUTRICIONAL

Resumen

Introducción: actualmente se ha producido un aumento en la incidencia de obesidad en la población pediátrica, y con ello un incremento del Síndrome Metabólico (SM) por lo que es necesario realizar un diagnóstico oportuno del SM en esta población, así se propiciará la prevención de la enfermedad cardiovascular y la diabetes tipo 2 en la edad adulta.

Objetivo: explorar la capacidad de los profesionales de la salud para identificar los principales criterios de SM en niños, requisito para poder establecer las condiciones para el diagnóstico temprano y su tratamiento oportuno.

Material y métodos: se realizó un estudio transversal de investigación a través de una encuesta para identificar el conocimiento y la capacidad técnica de los profesionales de la salud en la atención y detección de niños y adolescentes con SM. Se llevó a cabo en dos Estados de la República (Aguascalientes e Hidalgo) y en el Distrito Federal en los meses de enero a diciembre de 2014.

Resultados: el cuestionario se aplicó a 274 profesionales de la salud dentro de los cuales se encontraban licenciados en nutrición, médicos generalistas, médicos pediatras, licenciados en enfermería y licenciados en enfermería con especialidad pediátrica. El 61,7% de los encuestados refirieron conocer los criterios de diagnóstico de SM en esta población, sin embargo solo el 32,8% contestó de manera correcta a estos. Por otro lado se observó que el 63,1% del total de los profesionales no miden la circunferencia de cintura en preescolares y el 46,4% en escolares; no obstante, el 64,6% sí realiza esta medición en adolescentes. Por otro lado, el 72,6% de los encuestados no mide la presión arterial en edad preescolar y el 64,6% en edad escolar; sin embargo, el 52,2% sí la mide en adolescentes.

Conclusión: en el estudio observamos que los profesionales de la salud que dan atención a los pacientes pediátricos no conocen los parámetros y puntos de corte para diagnosticar el SM; no realizan una búsqueda intencionada de esos factores de riesgo y, por lo tanto, esto se considera una gran limitación para realizar el diagnóstico y tratamiento temprano. Por lo que sugerimos un acercamiento sistemático para mantener los estándares de los

Correspondence: Martha Guevara Cruz.
Departamento de Fisiología de la Nutrición.
Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.
Vasco de Quiroga N.º 15 CP.14000 México, D.F.
E-mail: marthaguevara8@yahoo.com.mx

Recibido: 29-VII-2015.
Aceptado: 19-VIII-2015.

maintaining the standards of health professionals and to make determining the criteria for proper diagnosis of MetS a target of clinical practice.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:2105-2110)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9703

Key words: *Metabolic syndrome. Children. Pediatrics. Diagnosis. Health professionals.*

Introduction

Most complications of childhood obesity are caused by metabolic disorders induced by excessive accumulation of fat tissue that increases the risk of type 2 diabetes mellitus and cardiovascular disease. The increase in the incidence and prevalence of obesity in childhood can lead to a significant increase correlated with metabolic syndrome (MetS)¹ because obesity is the main factor involved in both MetS physiopathology² and cardiovascular diseases. Finding more effective ways to identify pediatric patients at higher risk of developing cardiovascular and metabolic complications is a promising strategy for improving the prevention of complications of early obesity³. However, several definitions of MetS in children and adolescents have been formulated⁴, all of which share the following criteria: elevated waist circumference (abdominal obesity), high triglycerides, low HDL (high density lipoprotein-cholesterol), high blood pressure (BP), and high fasting glucose^{4,5}.

Techniques used to determine MetS in the pediatric population are different from those used in adults. There are cutoff points for each parameter based on percentiles of the pediatric population^{4,6}. This diversity may lead to inconsistent results for prevalence estimation and diagnosis of MetS, including when the same population is being assessed⁷⁻⁹. This inconsistency is increased due to different academic training standards and geographical locations of healthcare professionals. Friend *et al.* performed a systematic review of 63 studies in which Adult Treatment Panel III, International Diabetes Foundation, and World Health Organization (ATP III, IDF and WHO) criteria were applied. A MetS prevalence of 3.3% (range 0–19.2%) was found in children, of which 11.9% (range 2.8–29.3%) were overweight and 29.2% (range 10–66%) were obese¹⁰.

In clinical practice, metabolic variables included in the definition of MetS should be evaluated to improve the opportunity to identify those subjects with high metabolic risk at an early age. Unfortunately, it has been found that the different components of MetS are not being evaluated in everyday clinical practice, despite the international recognition of MetS association with cardiovascular risk and other complications¹¹⁻¹³. Therefore, this study aims to explore the ability of healthcare professionals to identify the main criteria for MetS in children, which is required for establishing the conditions for early diagnosis and timely treatment.

profesionales de la salud y establecer como objetivo de la práctica el determinar los criterios de SM para realizar el diagnóstico adecuadamente.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:2105-2110)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9703

Palabras clave: *Síndrome metabólico. Niños. Pediatría. Diagnóstico. Profesionales de la salud.*

Materials and methods

A cross-sectional study was conducted through a survey to identify the technical knowledge and ability of health professionals in the diagnosis of children and adolescents with MetS. A random sample of healthcare professionals was selected, and they were invited to participate in the survey anonymously. The study was conducted in two states of Mexico (Aguascalientes, Hidalgo) and the Federal District from January to December 2014.

A multiple choice questionnaire was used. It consisted of nine questions to assess the ability to diagnose MetS in the pediatric population. The first question sought to identify the profession of the interviewees, and the following questions focused on their knowledge of the MetS criteria: 6 questions were related to the methodology of measuring the components of MetS, such as waist circumference and BP in preschool, school and adolescent ages, which is the typical method for conducting these measurements in clinical practice and the reasons for using such methods.

A descriptive analysis was performed. The nominal variables were expressed as frequencies and proportions. The software used for statistical analysis was SPSS for Windows (version 19.00; SPSS Inc, Chicago, Ill).

Results

The survey was conducted among a total of 274 healthcare professionals. The majority of professionals involved were nutritionists (n=123 professionals, 44.8%), followed by 84 general practitioners (30.7%), 34 (12.4%) reporting another medical subspecialty, 21 (7.7%) pediatricians, 9 (3.2%) nursing graduates and only 3 (1.1%) pediatric nurses. Healthcare professionals were evaluated regarding their knowledge of the MetS criteria in children (without specifically mentioning the criteria). One hundred sixty-nine (61.7%) healthcare professionals stated knowing the criteria. When categorized by profession, 100% (n=3) of pediatric nurses stated that they were aware of MetS criteria, followed by 85.7% of pediatricians (n=18) (Figure 1).

Ninety (32.8%) healthcare professionals were able to correctly specify the MetS criteria in children (Ta-

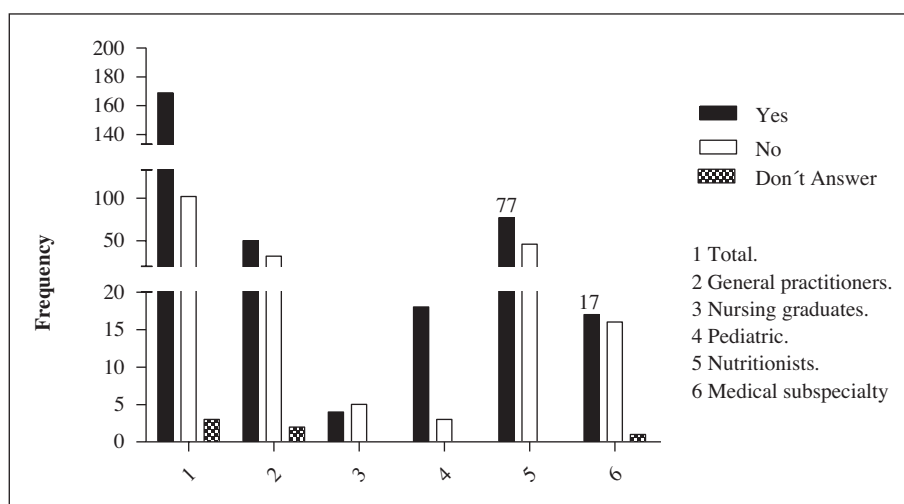


Fig. 1.—Number of health professionals who reported knowing and ignoring the criteria for diagnosing metabolic syndrome in children and adolescents.

ble I). Eighty-two professionals out of 169 (48%) stated that they knew the MetS criteria in children and at the same time answered the survey correctly; the general practitioners provided the highest percentage of correct responses (58%), with 29 general practitioners out of 50. Among the other professionals, 44-58% replied correctly.

With regard to questions focused on frequency, cause, and method for measuring waist circumference in children, 63.1% of professionals did not measure waist circumference in preschool children, 46.4% did not measure it in school children, and 64.6% performed this measurement in adolescents. Data expressing the percentages categorized by professions are shown in table II.

When asked about the reasons for not measuring waist circumference, 37.6% did not reply, 14.6% replied that they did not measure it because no specific cutoff point has been approved by any organization, and 14.2% did not think it was useful to measure this parameter. Professionals who measure waist circumference were as follows: 40.9% performed the measurement at the midpoint between the iliac crest and

the lower rib, 17.2% measured it at the level of the navel, and 15.3% measured at the narrowest point of the waist.

With regard to BP measurement, 72% of interviewees did not measure BP in preschool children, and 64.6% did not measure BP in school-age children; however, 52.2% of interviewees measured BP in adolescents (table III). The following reasons were given for not performing this measurement during clinical practice: 25.5% did not reply to the question, 34.7% replied that it was due to lack of suitable supplies for taking the measurement, 5.5% replied that it was due to lack of knowledge of the procedure to perform the measurement, 7.3% replied that it was because they did not find it useful to measure BP, and 17.5% replied that it was due to lack of information for interpreting BP. The healthcare professionals who stated that they measured BP were asked about how they interpreted the results: 24.5% did not respond, 5.8% were based on cutoff points used for adults, 30.7% used percentile tables for the pediatric population, 3.6% used a BP of <130/85 mmHg as a reference point, and 35.4% did not measure BP in pediatric patients.

Table I
MetS criteria and responses stratified by profession

	Total	General practitioner	Nurse	Pediatric nurse	Pediatrician	Nutritionist	Other
Waist circumference, triglycerides, HDL-c, BP and glucose.	90 (32.8)	34 (40.5)	2 (22.2)	1 (33.3)	8 (38.1)	37 (30.1)	9 (26.5)
BMI, triglycerides, total cholesterol, BP and glucose.	65 (23.7)	19 (22.6)	2 (22.2)	2 (66.7)	9 (42.9)	26 (21.1)	8 (23.5)
Waist circumference, LDL-c, BP and glucose.	29 (10.6)	5 (6)	0 (0)	0 (0)	1 (4.8)	18 (14.6)	3 (8.8)
Non-respondent	90 (32.8)	26 (31)	5 (55.6)	0 (0)	3 (14.3)	42 (34.1)	14 (41.2)

*Data are expressed as total numbers (%).

		Table II <i>Percentages of professionals who do or do not measure waist circumference</i>						
		<i>Total</i>	<i>General practitioner</i>	<i>Nurse</i>	<i>Pediatric nurse</i>	<i>Pediatrician</i>	<i>Nutritionist</i>	<i>Other</i>
Preschool children	Non-respondent	28 (10.2)	8 (9.5)	0 (0)	1 (33.3)	0 (0)	16 (13)	3 (8.8)
	Yes	73 (26.6)	13 (15.5)	2 (22.2)	0 (0)	8 (38.1)	46 (37.4)	4 (11.8)
	No	173 (63.1)	63 (75)	7 (77.8)	2 (66.7)	13 (61.9)	61 (49.6)	27 (79.4)
School children	Non-respondent	37 (13.5)	12 (14.3)	1 (11.1)	1 (33.3)	4 (19)	14 (11.4)	5 (14.7)
	Yes	110 (40.1)	23 (27.4)	5 (55.6)	1 (33.3)	6 (28.6)	70 (56.9)	5 (14.7)
	No	127 (46.4)	49 (558.3)	3 (33.3)	1 (33.3)	11 (52.4)	39 (31.7)	24 (70.6)
Adolescents	Non-respondent	29 (10.6)	8 (9.5)	1 (11.1)	0 (0)	4 (19)	13 (10.6)	3 (8.8)
	Yes	177 (64.6)	46 (54.8)	5 (55.6)	2 (66.7)	12 (57.1)	101 (82.1)	11 (32.4)
	No	68 (24.8)	30 (35.7)	3 (33.3)	1 (33.3)	5 (23.8)	9 (7.3)	20 (58.8)

*Data are expressed as total numbers (%).

		Table III <i>Percentages of professionals who do or do not measure blood pressure</i>						
		<i>Total</i>	<i>General practitioner</i>	<i>Nurse</i>	<i>Pediatric nurse</i>	<i>Pediatrician</i>	<i>Nutritionist</i>	<i>Other</i>
Preschool children	Non-respondent	33 (12)	13 (15.5)	3 (33.3)	1 (33.3)	0 (0)	11 (8.9)	5 (14.7)
	Yes	42 (15.3)	13 (15.5)	0 (0)	0 (0)	14 (66.7)	12 (9.8)	3 (8.8)
	No	199 (72.6)	58 (69)	6 (66.7)	2 (66.7)	7 (33.3)	100 (81.3)	26 (76.5)
School children	Non-respondent	37 (13.5)	12 (14.3)	3 (33.3)	0 (0)	2 (9.5)	13 (10.6)	7 (20.6)
	Yes	60 (21.9)	21 (25)	1 (11.1)	1 (33.3)	14 (66.7)	20 (16.3)	3 (8.8)
	No	177 (64.6)	51 (60.7)	5 (55.6)	2 (66.7)	5 (23.8)	90 (73.2)	24 (70.6)
Adolescents	Non-respondent	20 (7.3)	5 (6)	1 (11.1)	0 (0)	2 (9.5)	9 (7.3)	3 (8.8)
	Yes	143 (52.2)	57 (67.9)	6 (66.7)	2 (66.7)	19 (90.5)	47 (38.2)	12 (35.3)
	No	111 (40.5)	22 (26.2)	2 (22.2)	1 (33.3)	0 (0)	67 (54.5)	19 (55.9)

*Data are expressed as total numbers (%).

Discussion

Screening performed by health care professionals to detect medical problems in the pediatric population re-

lies especially on primary care-givers, who are the first to be in contact with this age group and who cover a range of disciplines, including Nursing, Nutrition, and Medicine. Healthcare staff is responsible for finding

and identifying the risks of future conditions associated with obesity and MetS and for following up with the proper treatment.¹⁴

Recent evidence has shown the strong correlation between intra-abdominal fat, BMI (body mass index) and waist circumference¹⁵⁻¹⁷. A pilot study showed that anthropometric evaluation (BMI, waist circumference, waist circumference/height ratio), which is an easy method to perform and does not imply a great economic cost, was associated with MetS risk markers in 188 school children in Mexico City (9-12 years old). Measuring waist circumference proved to be a better indicator of the risk of hypertension and hypertriglyceridemia than BMI; the waist circumference/height ratio was the best predictor of hypertriglyceridemia. In school children with obesity, waist circumference explains half of the variability in blood pressure.

The American Academy of Pediatrics recommends a metabolic evaluation, including fasting levels of glucose and lipid and blood pressure measurements, for obese children and adolescents, regardless of other conditions¹⁴. MetS has become an internationally recognized diagnosable entity by various organizations (the National Cholesterol Education Program, ATP III, the WHO, and the IDF). However, MetS diagnostics face considerable controversy, especially when applied to the pediatric population. Due to changes in growth and development, adult criteria cannot be applied to children or adolescents.

There is evidence of the presence of early functional and morphological changes in the heart and blood vessels in obese children with MetS. The plasticity of the cardiovascular system during childhood and adolescence allows the reversal of cardiovascular damage, but only if risks are identified early and treated aggressively^{18,19}. However, the results of this study show that during the care given to the patients, the interviewees do not know the parameters and cutoff points for MetS diagnosis and do not undertake a deliberate search of these risk factors. This lack of knowledge is a major limitation for early diagnosis and treatment. With the present study, we have an idea of what happens in the daily care of the population and may be underestimated at different care levels, despite MetS being one of the major public health problems because of the high cost associated with MetS complications. Therefore, it is ineffectual that different health units have not updated their health staff and do not have information and material resources for determining the criteria for MetS in the pediatric population.

All of these findings lead us to ask some questions to explain this situation: Are the care conditions so adverse in general that they do not allow for timely diagnosis? Does staff knowledge exist about the relevance of MetS? Is the lack of continuing education courses the main reason for the lack of updated knowledge? Is there a lack of commitment on the part of healthcare professionals? Is the budget too limited for the resources assigned to preventive medicine to buy a tape mea-

sure and the appropriate tool to measure BP in children and adolescents? Until we have the answers to these questions, we suggest a systematic approach to maintain standards of healthcare professionals and to establish the determination of MetS criteria as a practical objective for performing the proper diagnosis.

Acknowledgements

The authors thank MSc. Elisa Gomez-Reyes, the Department of Gastroenterology, INCMNSZ and MSc. Victoria ME Ramos-Barragan for their collaboration in administering the questionnaires.

Author disclosure statement

No competing financial interests exist.

References

1. Marcovecchio M.L., Chiarelli F. Metabolic syndrome in youth: chimera or useful concept? *Curr Diab Rep*, 2013, 13:56-62.
2. Bremer A.A., Mietus-Snyder M., Lustig R.H. Toward a unifying hypothesis of metabolic syndrome. *Pediatrics* 2012, 129:557-570.
3. DeBoer M.D., Chen D., Burt D.R., et al. Early childhood diarrhea and cardiometabolic risk factors in adulthood: the Institute of Nutrition of Central America and Panama Nutritional Supplementation Longitudinal Study. *Ann Epidemiol* 2013, 23:314-320.
4. Ford E.S., Li C. Defining the metabolic syndrome in children and adolescents: will the real definition please stand up? *J Pediatr* 2008, 152:160-164.
5. Poyrazoglu S., Bas F., Darendeliler F. Metabolic syndrome in young people. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes* 2014, 21:56-63.
6. Ahrens W., Moreno L.A., Mårild S., et al. Metabolic syndrome in young children: definitions and results of the IDEFICS study. *Int J Obes (Lond)* 2014, 38 Suppl 2:S4-14.
7. Goodman E., Daniels S.R., Meigs J.B., et al. Instability in the diagnosis of metabolic syndrome in adolescents. *Circulation* 2007, 115:2316-2322.
8. Invitti C., Maffei C., Gilardini L., et al. Metabolic syndrome in obese Caucasian children: prevalence using WHO-derived criteria and association with nontraditional cardiovascular risk factors. *Int J Obes (Lond)* 2006, 30:627-633.
9. Sangun Ö., Dündar B., Köşker M., et al. Prevalence of metabolic syndrome in obese children and adolescents using three different criteria and evaluation of risk factors. *J Clin Res Pediatr Endocrinol* 2011, 3:70-76.
10. Friend A., Craig L., Turner S. The prevalence of metabolic syndrome in children: a systematic review of the literature. *Metab Syndr Relat Disord* 2013, 11:71-80.
11. Pollock N.K. Childhood obesity, bone development, and cardiometabolic risk factors. *Mol Cell Endocrinol* 2015, 410:52-63.
12. Ayer J., Charakida M., Deanfield J.E., et al. Lifetime risk: childhood obesity and cardiovascular risk. *Eur Heart J* 2015, 36:1371-1376.
13. Kursawe R., Santoro N. Metabolic syndrome in pediatrics. *Adv Clin Chem* 2014, 65:91-142.
14. Barlow S.E. Expert committee recommendations regarding the prevention, assessment, and treatment of child and adolescent overweight and obesity: summary report. *Pediatrics* 2007, 120 Suppl 4:S164-192.

15. Bigornia S.J., LaValley M.P., Benfield L.L., *et al.* Relationships between direct and indirect measures of central and total adiposity in children: what are we measuring? *Obesity (Silver Spring)* 2013, 21:2055-2062.
16. Grotti Clemente A.P., Molin Netto B.D., Ganen A., *et al.* Cut-off values of visceral adiposity to predict NAFLD in Brazilian obese adolescents. *J Nutr Metab* 2013, 2013:724781.
17. Morandi A., Maffei C. Predictors of metabolic risk in childhood obesity. *Horm Res Paediatr* 2014, 82:3-11.
18. Battista M., Murray R.D., Daniels S.R. Use of the metabolic syndrome in pediatrics: a blessing and a curse. *Semin Pediatr Surg* 2009, 18:136-143.
19. Zimmet P., Alberti G., Kaufman F., *et al.* The metabolic syndrome in children and adolescents. *Lancet* 2007, 369:2059-2061.



Original/Alimentos funcionales

Effects of oats on lipid profile, insulin resistance and weight loss

Jessica Schuster¹, Gabriela Benincá¹, Renata Vitorazzi¹ and Simone Morelo Dal Bosco^{1,2}

¹Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Centro Universitário UNIVATES. ²Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre - UFCSPA, Brazil.

Abstract

Introduction: cardiovascular diseases are the main cause of morbidity worldwide. Such prevalence justifies the importance of functional foods that promote cardiovascular health, like β -glucan present in oats, with potential hypocholesterolemic and hypoglycemic effects.

Objective: to evaluate the effects of an intervention with oats in blood glucose levels, HOMA-IR index, lipid profile, weight and Body Mass Index (BMI) of adult users of a health service in the interior of Rio Grande do Sul, Brazil.

Methods: longitudinal study, case-control type with before and after experiment, conducted with individuals that are 22-60 years old, users of a health service. The individuals were distributed in Control (usual diet) and Case (usual diet + 40 g oats/day) groups. There was performed, at the beginning of the study and after eight weeks of monitoring, measuring of height and weight, calculation of BMI (kg/m^2), blood collection for measurement of fasting glucose, insulin, total cholesterol, triglycerides and HDL cholesterol; and there were calculated the LDL cholesterol and HOMA-IR index. The data was expressed as mean $\pm$ standard deviation and percentages. The Kolmogorov-Smirnov test, Student t test, Mann-Whitney and Wilcoxon tests were applied. A significance level of 5% was adopted ($p < 0.05$).

Results: the sample consisted of 82 subjects, divided into cases ($n=38$) and controls ($n=44$), mean age 40.07 ± 10.49 years old, 58.5% were women. Comparing the results of all measured parameters at baseline and after eight weeks of monitoring, the Control group did not achieve a significant reduction in any parameter, showing a significant increase in blood glucose and HOMA-IR ($p < 0.05$). The Intervention group had a significant reduction of all anthropometric and biochemical parameters analyzed ($p < 0.001$).

Conclusion: the findings demonstrate the beneficial effects of oats to cardiovascular health through significantly improving of the lipid and glycemic profiles, being

EFFECTOS DE LA AVENA SOBRE EL PERFIL LIPÍDICO, LA RESISTENCIA A LA INSULINA Y LA PÉRDIDA DE PESO

Resumen

Introducción: las enfermedades cardiovasculares son la principal causa mundial de morbilidad y mortalidad. Esta prevalencia justifica la importancia de los alimentos funcionales que promueven la salud cardiovascular, como el β -glucano, presente en la avena, con potenciales efectos hipocolesterolémicos e hipoglucemiantes.

Objetivo: evaluar los efectos de una intervención con la harina de avena en los niveles de glucosa en sangre, el índice HOMA-IR, el perfil de lípidos, el peso y el índice de masa corporal (IMC) de los usuarios adultos de un servicio de salud en Río Grande do Sul, Brasil.

Métodos: estudio longitudinal, controlado, realizado con personas de 22-60 años de edad, usuarios de un servicio de salud. Los individuos fueron asignados al grupo control (dieta habitual) o grupo Case (dieta habitual + 40 g de avena/día). Al inicio del estudio y después de ocho semanas de seguimiento se evaluaron el peso y la altura, calculado IMC, la sangre recolectada para la medición de glucemia en ayunas, insulina, triglicéridos, colesterol total y colesterol HDL; y se calculó el colesterol LDL y el índice HOMA-IR. Los datos se expresan como media $\pm$ desviación estándar y porcentajes. Se aplicaron el test Kolmogorov-Smirnov, la t de Student, el test Mann-Whitney y las pruebas de Wilcoxon. Se adoptó un nivel de significación del 5% ($p < 0.05$).

Resultados: la muestra estuvo constituida por 82 sujetos, divididos en casos ($n=38$) y controles ($n=44$) con una edad media de 40.07 ± 10.49 años, 58,5% mujeres. Comparando los resultados de todos los parámetros medidos al inicio del estudio y después de ocho semanas de seguimiento, el grupo de control no obtuvo una reducción significativa en ningún parámetro, mostrando un aumento significativo de la glucosa en sangre y HOMA-IR ($p < 0.05$). El grupo de intervención obtuvo una reducción significativa de todos los indicadores antropométricos y bioquímicos analizados ($p < 0.001$).

Conclusión: los resultados demuestran los efectos beneficiosos de la avena para la salud cardiovascular, mejorando significativamente los perfiles de lípidos y la glu-

Correspondence: Simone Morelo Dal Bosco.
Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre RS.
Rua Sarmiento Leite, 245- Porto Alegre Rs.
Rio Grande do Sul Brasil, Cep: 90050-170.
E-mail: simonedb@ufcspa.edu.br

Recibido: 4-VII-2015.
Aceptado: 7-VIII-2015.

Key words: *Oats*. β -glucan. Cardiovascular diseases. Serum cholesterol. Glucose. Insulin. HOMA-IR.

Abbreviations

BMI: Body Mass Index.
WHO: World Health Organization.
CVD: Cardiovascular Diseases.
DM: Diabetes Mellitus.
LDL-c: LDL cholesterol.
TC: Total Cholesterol.
HDL-c: HDL cholesterol.
TG: Triglycerides.

Introduction

According to data from the World Health Organization (WHO), Cardiovascular Disease (CVD) is the leading cause of death worldwide, accounting for 30% of global deaths, similar to the rate found in Brazil^{1,2}. In Brazil, in 2007, CVD accounted for almost a third of all deaths and 65% of all deaths in the age group 30-69 years old, reaching the adult population in full production phase, indicating a public health problem of the population². Besides of the increase of cardiovascular diseases, another pathology is also emphasized, Diabetes Mellitus (DM), whose prevalence is increasing because of the growth and aging of the population, greater urbanization, increasing prevalence of obesity, physical inactivity and increased survival of diabetic patients³.

The need for functional foods that promote cardiovascular health, including cholesterol-lowering foods, is growing. A functional ingredient is oats, which contains β -glucan. The β -glucan is a highly viscous soluble fiber localized mainly in cell walls of endosperm oat⁴. It is an important component in food in modulating of metabolic deregulations associated with the metabolic syndrome. However, the dose the form, the molecular weight and the carrier of β -glucan in the body mold its effect⁵. Soluble dietary fiber intake has been associated with the response to postprandial insulin. There has been demonstrated a meaningful decrease in the level of fasting blood glucose and a tendency to reduce the resistance to insulin in type 2 diabetics individuals. This has been observed with the use of 3 g/day of β -glucan present in oats (60 g of the product)⁶.

Variations in the source, processing, treatment, manufacture of a product, and interactions with other constituents of food matrix affect the number, solubility, molecular weight and structure of β -glucan in products⁷. Studies with β -glucan identified that low doses like 2g (40g of oats), can cause acute reduction

Palabras clave: *Avena*. β -glucano. Enfermedades cardiovasculares. Colesterol en sangre. Glucosa en sangre. Insulina. HOMA-IR.

of blood, while others suggest that a minimum of 4g (80g of oats) might be necessary for other gastrointestinal effects, like those that cause the release of appetite hormones⁸. Several regulator organs have approved a health claim about the effects of cholesterol reduction of β -glucan oat levels of 3.0 g/day (60g oats)⁹.

Cereal grains and whole grain products (rich in fibrous polymers) are excellent sources of many substances, classified among the biologically active compounds, such as dietary fiber (arabinoxylans, β -glucans, cellulose, lignin and lignans), sterols, tocopherols, phenolic acids, vitamins and microelements. Although the concentrations of these substances in food are generally small, they have attracted the attention of researchers because of their biological activities and positive impacts on human health¹⁰.

Mello *et al.*¹¹ analyzed that convincing evidence from epidemiological studies support a role for food products based on whole grains and sources of insoluble fiber in the prevention of diabetes mellitus. Paradoxically, in postprandial studies, soluble fiber and not the insoluble promote a favorable effect on glucose metabolism and on insulin if administered in sufficient quantities. Results of studies of medium and long term about the role of dietary fiber in improving glucose and insulin metabolism in subjects with and without diabetes, are less conclusive.

In this context, the aim of this study was to evaluate the effects of an intervention with oats in blood glucose level, HOMA-IR index, lipid profile, weight and Body Mass Index of a sample of individuals from a health service in the interior of Rio Grande do Sul, Brazil.

Methods

Experimental design study Case - Control with before and after. The sample size was calculated considering the monthly attendances done at the Basic Health Unit of a town in the countryside of Rio Grande do Sul. The sample consisted of 82 individuals of both genres, included by adhesion, and according to the baseline characteristics, divided into two groups: Cases (n=38) and Controls (n=44). Both groups were followed for eight weeks; the Control group was instructed to follow their usual diet, and Case (intervention) group was instructed to follow their usual diet plus 40g of oats a day, in thin flakes, Cerélus® brand.

The oats composition was verified according to the label, and the nutritional composition in 40g: 126 kcal,

26g carbohydrate, 5.6g protein, 0g fat, and 4g of fiber. For the fractionation of samples of oats there was used an explorer digital scale OHAUS® brand of maximum capacity of 15.000g. The oats was fractionated into plastic bags and each participant received a total of 2.400g. The patients were instructed to ingest 40g of oats daily, preferably at breakfast accompanying the food of the meal or snack with fruit or juice, or at lunch with the food.

Both groups were assessed at baseline and after the eight weeks of monitoring. There was verified weight (kg) and height (m), there was performed the calculating the Body Mass Index (BMI - kg/m²), and blood collection for measurement of fasting glucose, insulin and serum lipoproteins. The HOMA-IR index was calculated from the data of glucose and insulin.

Weight and height were measured with anthropometric scale platform type, coupled with the stadiometer Welmy® brand; the maximum scale capacity of 150 kg and 100g division, and stadiometer with extension of 2 meters, divided into centimeters and subdivided in millimeters; the participant wore a mild coat and without wearing shoes, positioned in the center of the equipment, erect, feet placed together and arms along the body, the head in the Frankfurt plane, according to standards established by the Ministry of Health¹².

The BMI was calculated from measurements of weight and height according to the formula: $BMI = W/H^2$, where W is the weight in kilograms and the height in meters squared. The BMI cut-off points used were those recommended by the World Health Organization¹³: underweight BMI < 18.5 kg/m², normal weight BMI between 18.5 to 24.99 kg/m² and overweight and obesity BMI ≥ 30 kg/m².

The collection of 5 ml of peripheral venous blood was obtained in previously scheduled time; the participant fasted 8-12 hours. Sampling was conducted by trained researchers with fine needle to minimize discomfort. The researchers used disposable protective material to avoid any risk of contamination. The laboratory measurements were performed in a private laboratory in automated equipment, through the enzymatic kinetic method. The concentration of LDL cholesterol (LDL-c) was determined according to the Friedewald formula¹⁴: $LDL-c = Total\ cholesterol - (HDL-c + triglycerides/5)$. The HOMA-IR was calculated by using the formula described by Matthews in 1985¹⁵: $HOMA-IR = insulin (\mu U/ml) \times Blood\ glucose (mmol/l) / 22.5$. For the interpretation of the results, there were used as reference the cutting points of the Brazilian Diabetes Society¹⁶ and the Brazilian Society of Cardiology¹⁷; blood glucose < 100 mg/dL, total cholesterol (TC) < 200 mg/dL, LDL-c < 130 mg/dL, HDL cholesterol (HDL-c) desirable > 40 mg/dL for men and > 50 mg/dL for women and triglycerides (TG) < 150 mg/dL.

There were excluded all adults that were in drug treatment to reduce blood cholesterol levels, individuals diagnosed with chronic renal failure, hypo-

thyroidism, people who were receiving enteral diet or those who refused to participate in the experiment. All participants were previously informed about the objectives and the research methodology, and signed the Informed Consent Form. This study was approved by the Ethics Committee in Research of UNIVATES, under protocol number 012009.

The data was analyzed by using the SPSS Statistics from IBM®, version 20.0 software. The level of significance adopted was 5% ($p < 0.05$). Univariate descriptive statistics (mean, standard deviation, and frequency) and bivariate (Student t test for independent samples and for paired samples, Mann-Whitney and Wilcoxon) were performed. There was used the Kolmogorov-Smirnov test to assess if the variables followed a normal distribution. The variables with normal distribution were analyzed by Student's t test, and those that did not follow normal distribution were analyzed by using the non-parametric Mann-Whitney and Wilcoxon tests. The Student's t test for independent samples and its non-parametric equivalent (Mann-Whitney) were applied to compare the Case and Control groups at baseline and after the intervention in terms of anthropometric and biochemical variables. The Student's t test for paired samples and the Wilcoxon test (nonparametric equivalent) were applied to compare the individuals within each group separately, before and after the intervention.

Results and discussion

The study included 82 individuals at a mean age of 40.07 ± 10.49 years old; 58.5% women. Of these, 45.1% have University degree, followed by 37.8% of secondary school (undergraduate or graduate high school). According to the baseline characteristics, the sample was divided into Cases ($n=38$) and Controls ($n=44$). At the beginning of the study, weight, BMI, TC, TG, HDL-c, LDL-c, glucose, insulin and HOMA-IR, were assessed; there was a significant difference between the groups for all variables except for the weight. The baseline results of the Case and Control groups are shown in table I.

In table II there are shown the anthropometric and biochemical results after the eight-week-follow-up period. The Case group had a reduction of all of the analyzed parameters, approaching the results of the Control group and decreasing the difference between the groups, and it remained significant only for BMI, TC, TG and LDL-c.

Comparing the results of all measured parameters at the beginning of the study and after eight weeks of follow-up, the Control group did not reduce significantly any parameter, showing significant increase in blood glucose and HOMA-IR. The Intervention group had a significant reduction of all anthropometric and biochemical indexes analyzed ($p < 0.001$). The results can be checked in table III.

Table I
Anthropometric and biochemical characteristics of Case and Control groups in pre-intervention period

	<i>Control Group [n 44] Average (DP)</i>	<i>Case Group [n 38] Average (DP)</i>	<i>P</i>
Weight	70,83 (10,66)	73,88 (11,57)	0,218
BMI	24,59 (2,39)	26,86 (3,47)	0,001
TC	168,57 (23,98)	214,05 (25,62)	<0,001
TG	128,04 (17,53)	147,92 (23,53)	<0,001
HDL-c	51,57 (9,17)	46,08 (6,60)	0,007
LDL-c	91,39 (27,93)	138,39 (23,64)	<0,001
Glycemia	89,70 (10,34)	105,58 (22,37)	<0,001
Insulin	11,73 (6,90)	17,34 (10,37)	<0,001
HOMA-IR	2,63 (1,65)	4,89 (4,14)	<0,001

SD=Standard Deviation; weight in kg; Body Mass Index (BMI)=weight in kg divided by height in meters squared. Rate of TC (total cholesterol); HDL-c (HDL cholesterol), LDL-c (LDL cholesterol), TG (triglycerides) and glucose described in mg/dL. Insulin μ U/L. HOMA-IR=insulin (μ U/L) x glucose (nmol/L)/22.5. Student t test for independent samples for comparison between groups, considering significant $p<0.05$ (5%).

Table II
Anthropometric and biochemical characteristics of Case and Control groups after the intervention

	<i>Control Group [n 44] Average (DP)</i>	<i>Case Group [n 38] Average (DP)</i>	<i>P</i>
Weight	70,40 (10,26)	72,52 (11,01)	0,374
BMI	24,45 (2,30)	26,36 (3,24)	0,004
TC	169,27 (24,47)	188,45 (19,99)	<0,001
TG	128,16 (13,94)	137,39 (15,70)	0,001
HDL-c	50,70 (9,38)	49,79 (6,11)	0,989
LDL-c	92,93 (29,19)	111,18 (20,41)	0,001
Glycemia	90,77 (10,35)	91,76 (13,80)	0,889
Insulin	12,02 (6,88)	12,76 (5,86)	0,118
HOMA-IR	2,73 (1,67)	3,00 (1,78)	0,223

SD=Standard Deviation; weight in kg; Body Mass Index (BMI)=weight in kg divided by height in meters squared. Rate of TC (total cholesterol); HDL-c (HDL cholesterol), LDL-c (LDL cholesterol), TG (triglycerides) and glucose described in mg/dL. Insulin μ U/L. HOMA-IR=insulin (μ U/L) x glucose (nmol/L)/22.5. Student t test for independent samples for comparison between groups, considering significant $p<0.05$ (5%).

Similar to these findings, a recent clinical trial aimed to evaluate the effects of an intervention with oats. Individuals with BMI ≥ 27 kg/m² and aged between 18 and 65 years were randomly divided into a Control group (n=18) and treated with oats (n=16), while the Control group received placebo and the Intervention group received oats, for 12 weeks. The results showed that the use of oats promoted reduction of body weight and BMI, and more than 60% of the treated group reduced the amount of body fat. Liver function tests showed decreases in patients who consumed oats¹⁸.

Another study evaluated patients with uncontrolled T2DM and insulin resistance, defined as a dose of more than 1UI/day/kg. The main outcomes were the daily insulin requirement and mean levels of blood glu-

cose, which were evaluated before, after and 4 weeks after the intervention. Hospital environment and diet adapted to DM alone led to a better glycemic control (158 $\pm$ 47mg/dl). A two-day intervention of oats in the diet decreased even more the blood glucose (118 $\pm$ 37 mg/dl), $p<0.05$. This was associated with a significant reduction of insulin dose by 42.5% (before: 145 $\pm$ 68.9 IU/day, after 83 $\pm$ 34.2 IU/day, $p<0.001$) as well as a significant decrease (-26.4%, $p<0.01$) of leptin levels. After the outpatient period of four weeks, the dose of insulin remained significantly decreased (83 $\pm$ 20.2 U/kg/day, $p<0.01$). The glycemic control was comparable to the levels of glucose in the hospital environment¹⁹. Although this sample does not constitute of individuals with DM, important results have been ob-

Table III
Comparison of anthropometric and biochemical parameters in Case and Control groups in pre and post intervention

	Control Group [n 44]		
	Baseline	Post-intervention	P
Weight	70,83 (10,66)	70,40 (10,26)	0,073
BMI	24,59 (2,39)	24,45 (2,30)	0,052
TC	168,57 (23,98)	169,27 (24,47)	0,354
TG	128,04 (17,53)	128,16 (13,94)	0,479
HDL-c	51,57 (9,17)	50,70 (9,38)	0,167
LDL-c	91,39 (27,93)	92,93 (29,19)	0,124
Glycemia	89,70 (10,34)	90,77 (10,35)	0,022
Insulin	11,73 (6,90)	12,02 (6,88)	0,077
HOMA-IR	2,63 (1,65)	2,73 (1,67)	0,025
	Case Group [n 38]		
	Baseline	Post-intervention	P
Peso	73,88 (11,57)	72,52 (11,01)	<0,001
IMC	26,86 (3,47)	26,36 (3,24)	<0,001
CT	214,05 (25,62)	188,45 (19,99)	<0,001
TG	147,92 (23,53)	137,39 (15,70)	<0,001
HDL-c	46,08 (6,60)	49,79 (6,11)	<0,001
LDL-c	138,39 (23,64)	111,18 (20,41)	<0,001
Glicemia	105,58 (22,37)	91,76 (13,80)	<0,001
Insulin	17,34 (10,37)	12,76 (5,86)	<0,001
HOMA-IR	4,89 (4,14)	3,00 (1,78)	<0,001

SD=Standard Deviation; weight in kg; Body Mass Index (BMI)=weight in kg divided by height in meters squared. Rate of TC (total cholesterol); HDL-c (HDL cholesterol), LDL-c (LDL cholesterol), TG (triglycerides) and glucose described in mg/dL. Insulin μ U/L. HOMA-IR=insulin (μ U/L) x glucose (nmol/L)/22.5. Student t test for independent samples for comparison between groups, considering significant $p < 0.05$ (5%)

tained in the Intervention group regarding the reduction of blood glucose (-13.08%, $p < 0.001$) and the degree of insulin resistance, measured indirectly through the HOMA index IR (-38.65%, $p < 0.001$). At baseline, the Case group was classified in pre-diabetes, and after the intervention in normality.

Ibrügger and collaborators investigated the effects of three different sources of β -glucan incorporated in a drink and yoghurt on serum lipids and feces. There were four periods of three weeks of intervention: control of 3.3g/day of oats, barley, and barley genetically modified. The treatment did not cause changes in TC, LDL-c and HDL-c compared with the Control group; however, the use of 3.3 g/day of β -glucan in oats, in 3 weeks resulted in a greater reduction in these parameters compared to the Control group. Changes in the levels of LDL in the β -glucan treatments were not related to the structure of β -glucan. The reduction of TC was significantly higher after the treatment with β -glucan present in oats, in comparison with the control ($p = 0.03$). The results do not fully support the hypocholesterolemic effects of β -glucan present in

oats and barley. However, substantial differences compared to the baseline values suggest a potential effect of β -glucan from oats, probably due to its greater solubility and viscosity²⁰. The fact that the sample of the above mentioned study is constituted by healthy adults may have influenced the less significant results after the intervention. In this study, the Case group was in pre-diabetes (blood glucose > 100 mg/dl and < 126 mg/dl) had TC and LDL-c elevated and TG at the limit. After the intervention, all parameters were found suitable.

A double-blind randomized study evaluated 75 hypercholesterolemic men and women who were randomly assigned to one of two treatments: consumption of oats or dextrose. The results showed that oats produced significant reduction in TC and LDL-c after the intervention, and the reduction of LDL-c was significantly higher than in the Control group who ingested dextrose²¹, confirming the superior benefits of oats in lipid profile.

Given the increase of the incidence and prevalence of cardiovascular diseases, a recent systematic review

included publications of the last eighteen years; from 13 studies included ten were developed with humans, assessing the effects of β -glucan from oat. Nine of the thirteen studies analyzed showed significant reduction in total cholesterol, twelve showed a reduction in LDL, four showed an increase in HDL-c, demonstrating the effectiveness of oats to the improvement of the lipid profile in humans and biological models²².

A literature review of studies published between 1997 and 2010 showed that the intake of β -glucan from oats, in daily doses of at least 3g (60g of oats), reduces the levels of TC and LDL-c by 5-10% in normocholesterolemic or hypercholesterolemic individuals⁴. In this study, the change of lipid parameters was similar or even higher: there was a reduction of 7.12% in TG, 11.96% in TC, 19.66% in LDL-c, and increase of 7.45% of HDL-c in comparing the results of the group that received oats before and after the intervention.

Conclusion

These findings demonstrate the beneficial effects of oats to the cardiovascular health through the significant improvement of the lipid profile, glucose, insulin resistance and weight reduction after eight weeks of intervention, constituting a potential adjuvant in the prevention and treatment of metabolic disorders.

Declaration of ethics in research with human subjects

The authors state that this study followed all ethical principles for research on human beings, and it was approved by the Research Ethics Committee (UNIVATES), certified by the National Board of Health, under protocol number 012009, of Univates of RS. They also state compliance with the ethical standards according to the Declaration of Helsinki.

Conflicts of interest

The authors declare they do not have any kind of conflict of interests.

References

- World Heart Organization. Global atlas on cardiovascular disease prevention and control. WHO 2011. Disponível em: http://www.who.int/cardiovascular_diseases/en/.
- Santos RD, Gagliardi ACM, Xavier HT, Magnoni CT, Cassani R, Lottenberg AM, e cols. Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. *Arq Bras Cardiol* 2013, 100(supl.3):1-40.
- Ferreira RA, Ferreira MG. Características epidemiológicas de pacientes diabéticos da rede pública de saúde – análise a partir do sistema HIPERDIA. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2009, 53/1.
- Othman RA, Moghadasian MH, Jones PJ. Cholesterol-lowering effects of oat β -glucan. *Nutr Rev* 2011, 69(6):299-309.
- Khoury DE, Cuda C, Luhovyy BL, Anderson GH. Beta Glucan: Health Benefits in Obesity and Metabolic Syndrome. *Journal of Nutrition and Metabolism* 2012, 2012:1-28. DOI:10.1155/2012/851362.
- Liatis S, Tsapogas P, Chala E. The consumption of bread enriched with beta-glucan reduces LDL-cholesterol and improves insulin resistance in patients with type 2 Diabetes. *Diabetes Metab* 2009, 35:115-20.
- Rebello CJ, Johnson WD, Martin CK, Xie W, O'shea M, Kurilich A, Bordenave N e cols. Acute Effect of Oatmeal on Subjective Measures of Appetite and Satiety Compared to a Ready-to-Eat Breakfast Cereal: A Randomized Crossover Trial. *Journal of the American College of Nutrition* 2013, 32(4):272-279.
- Beck EJ, Tapsell LC, Batterham MJ, Tosh SM, Huang, Xu-Feng. Oat β -glucan in energy-restricted diet. *Br J Nutr* 2010, 103(8):1212-22.
- Charlton KE, Tapsell LC, Batterham MJ, Oshea J, Thorne R, Beck E, Tosh SM. Effect of 6 weeks' consumption of β -glucan-rich oat products on cholesterol levels in mildly hypercholesterolaemic overweight adults. *Br J Nutr* 2012, 107:1037-1047.
- Siurek B, Kaczmarek RJ, Nebesny E. Bioactive compounds in cereal grains – occurrence, structure, technological significance and nutritional benefits – a review. *Food Science and Technology International* 2012, 18:559.
- Mello V, Laaksonen DE. Fibras na dieta: tendências atuais e benefícios à saúde na síndrome metabólica e no diabetes melito tipo 2. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2009, 53(5):509-518.
- Brasil MdS. Antropometria: Manual de Técnicas e Procedimentos. Ministério da Saúde: Vigilância Nutricional, 2003.
- World Health Organization. Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Geneva, 1998.
- Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 1972, 18:499-502.
- Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia* 1985, 28:412-419.
- Sociedade Brasileira de Diabetes. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2009. Itapevi: A. Araújo Silva Farmacêutica 2009, 3.
- Sociedade Brasileira de Cardiologia. IV Diretriz Brasileira sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. *Arq Bras Cardiol* 2007, 88(1):2-19.
- Chang HC, Huang CN, Yeh DM, Wang SJ, Peng CH, Wang CJ. Oat prevents obesity and abdominal fat distribution, and improves liver function in humans. *Plant Foods Hum Nutr* 2013, 68:18-23.
- Lammert A, Kratzsch J, Selhorst J, Humpert PM, Bierhaus A, Birk R, Kusterer K, Hammes HP. Clinical benefit of a short term dietary oatmeal intervention in patients with type 2 diabetes and severe insulin resistance: A pilot study. *Clin Endocrinol Diabetes* 2008, 116(2):132-4.
- Ibrügger S, Kristensen M, Poulsen MW, Mikkelsen MS, Ejlsing J, Jespersen BM, Dragsted LO, Engelsen SB, Bügel S. Extracted oat and barley β -glucans do not affect cholesterol metabolism in young healthy adults. *J Nutr* 2013, 143(10):1579-85.
- Queenan KM, Stewart MI, Slavin JL. Concentrated oat β -glucan, a fermentable fiber, lowers serum cholesterol in hypercholesterolemic adults in a randomized controlled trial. *Nutrition Journal* 2007, 6:6.
- Nörnberg FR, Liberali R, Coutinho VF. Efeito da β -glucana da aveia sobre o perfil lipídico *in vivo*. *Rev Bras de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento* 2013, 7(41):93-104.



Original/*Alimentos funcionales*

Estudios de inhibición *in vitro* de la enzima convertidora de angiotensina-I, efectos hipotensor y antihipertensivo de fracciones peptídicas de *V. unguiculata*

Trinidad Cú-Cañetas, David Betancur Ancona, Santiago Gallegos Tintoré, Mukthar Sandoval Peraza y Luis Chel Guerrero

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida (Yucatán), México.

Resumen

Se evaluó la inhibición de la enzima convertidora de angiotensina-I (ECA-I) *in vitro* e *in vivo* por fracciones peptídicas provenientes de la hidrólisis enzimática del concentrado proteico de *Vigna unguiculata*; el cual fue separado en distintos pesos moleculares por ultrafiltración. La hidrólisis se realizó con Flavourzima® y Pepsina-Pancreatina en dos sistemas separados. Las fracciones obtenidas con Flavourzima® con mejor inhibición fueron las de tamaño >1kDa (>1kDa-F) y <1kDa (<1kDa-F), con un IC₅₀ de 1222,84 y 1098,6 µg/ml, respectivamente. Con Pepsina-Pancreatina la fracción <1kDa (<1kDa-P-P) presentó la mejor actividad, con un IC₅₀ de 402,23 µg/ml. El efecto hipotensor se evaluó en un modelo normotenso durante cuatro semanas, 10 mg/kg peso/vía oral en ratas Wistar. <1kDa-F disminuyó la presión sistólica:diastólica un 8,61:14,09%, respectivamente; mientras que <1kDa-P-P disminuyó la presión diastólica un 14,15%. El efecto antihipertensivo se evaluó en un modelo inducido durante tres semanas con L-NAME (25mg/kg/día). Durante las siguientes cuatro semanas se administraron las fracciones peptídicas, en donde >1kDa-F redujo la presión sistólica:diastólica un 10,27:4,92%, respectivamente; mientras que <1kDa-F disminuyó la presión diastólica un 3,56%. <1kDa-P-P disminuyó la presión sistólica:diastólica un 15,98:17,12%, respectivamente.

(Nutr Hosp. 2015;32:2117-2125)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9624

Palabras clave: Enzima convertidora de angiotensina-I. Hipotensión. Antihipertensión. *Vigna unguiculata*. Biopéptidos.

STUDIES *IN VITRO* INHIBITION OF THE ANGIOTENSIN-CONVERTING ENZYME-I, HYPOTENSIVE AND ANTIHYPERTENSIVE EFFECTS OF PEPTIDE FRACTIONS OF *V. UNGUICULATA*

Abstract

Inhibition of angiotensin-converting enzyme I (ACE-I) *in vitro* and *in vivo* from peptide fractions by enzymatic hydrolysis of the *Vigna unguiculata* protein concentrate was evaluated. Hydrolysis was done with Pepsin-Pancreatin and Flavourzima® in two separate systems. The resulting hydrolysates were ultrafiltered to obtain fractions with different molecular weight. The fractions with better inhibition Flavourzima® were size > 1 kDa (> 1 kDa-F) and < 1 kDa (< 1 kDa-F), with an IC₅₀ of 1222.84 and 1098.6 µg/ml respectively. Pepsin-Pancreatin fraction <1 kDa (<1 kDa-PP) showed the best activity with an IC₅₀ of 402.23 µg/ml. Hypotensive effect was evaluated in a normotensive model for 4 weeks, 10 mg/kg (weight)/orally, in Wistar rats. < 1 kDa-F decreased systolic: diastolic in 8.61: 14.09% respectively, while in the case of <1 kDa-PP lowered diastolic pressure in 14.15%. Antihypertensive effect was evaluated in induced model for 3 weeks with L-NAME (25 mg/kg (weight)/day). In the next 4 weeks peptide fractions, were administered, noticing >1 kDa-F decreased systolic pressure and diastolic 10.27: 4.92% respectively, while <1 kDa-F decreased diastolic pressure 3.56%. <1 kDa-PP decreased systolic: diastolic in 15.98: 17.12%, respectively.

(Nutr Hosp. 2015;32:2117-2125)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9624

Key words: Angiotensin-I Converting Enzyme. Hypotension. Antihypertension. *Vigna unguiculata*. Biopeptides.

Correspondencia: Luis Chel Guerrero.
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: cguerrer@correo.uady.mx

Recibido: 9-VII-2015.
Aceptado: 14-VIII-2015.

Abreviaturas

HA: Hipertensión arterial.
SRAA: Sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona.
A-1: Angiotensinogéno-1.
ECA-1: Enzima Convertidora de Angiotensina-1.
OPA: Ortoftaldialdehído.
HHL: Hipuril-L-Histidil-L-Leucina.
L-NAME: (N-nitro-L-arginina metil ester).

Introducción

La elevada frecuencia de obesidad, hipoalbuminemia, hipertrigliceridemia y alteraciones de la glucemia hacen sospechar una asociación entre el síndrome metabólico y sus componentes fisiopatogénicos y la hipertensión arterial (HA)¹. La HA está regulada por el sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA), el cual actúa en forma de cascada proteolítica en el que la renina separa del angiotensinógeno al decapeptido angiotensina-I (A-1)². Desde el año 1971 Ganten y cols.^{3,4} realizaron la primera comprobación de que el SRAA se podría producir a nivel de tejidos y órganos, además de que podía ser regulado de manera independiente. Aunque la hipertensión puede ser controlada por tratamientos farmacológicos, esto representa un costo muy alto en los servicios de salud a nivel mundial⁵. En la actualidad diversas investigaciones están dirigidas al estudio de las proteínas de los alimentos y sus productos, es decir al rompimiento de los enlaces peptídicos generando moléculas de menor tamaño, la generación de estos péptidos se realiza a través de fermentaciones lácticas, con métodos de hidrólisis química o a través de la hidrólisis enzimática⁶. Los péptidos con efecto antihipertensivo han sido de los más estudiados ya sea que se obtengan de alimentos o de fuentes exógenas, estos péptidos han demostrado tener efecto en prevenir y tratar la hipertensión, principalmente al inhibir a la enzima convertidora de angiotensina-1 (ECA-1)⁷. La inhibición de la ECA-1 en estos sistemas está relacionada con la dilatación de la pared arterial o vasodilatación

lo que implica la disminución de la presión arterial, sin embargo aún no está completamente definido cuál es el principal mecanismo *in vivo* o si existen otros mecanismos involucrados en el control de este proceso⁸. Dada la relevancia del problema de salud que implica este padecimiento en este trabajo se evaluó el efecto *in vitro* e *in vivo* sobre la enzima ECA-1, de péptidos provenientes de hidrolizados proteínicos de *Vigna unguiculata*. Se han obtenido aislados proteicos de esta leguminosa con contenidos de proteína similares al de la proteína de soya, (91,4% a 91,8% comparado con 93,0 a 93,5%) y también con un perfil de aminoácidos muy semejante, lo cual hace que presente características interesantes como cultivo⁹, se ha reportado su composición proteica encontrándose que más del 50% de las proteínas que contiene son globulinas, lo que le confiere un buen valor nutricional, además de que se ha reportado como una buena fuente de magnesio, calcio, potasio y fósforo y vitaminas del grupo B¹⁰. Finalmente se ha evaluado la capacidad funcional de sus aislados proteicos encontrándose que incluye solubilidad, capacidad emulsificante y espumante¹¹.

Materiales y métodos

Materiales

Se utilizaron granos de frijol caupí (*Vigna unguiculata*) adquiridos de campos de cultivo del estado de Yucatán, que fueron quebrados y descascarados para después ser molidos en un equipo de impacto, Mikrós (Industrial Machinery, Monterrey, México), hasta harina tamaño de malla 60 (0,24 mm), la harina se pesó en lotes de 1 kg y se almacenó a temperatura ambiente. Las enzimas pepsina[®] de origen porcino (9001-75-6) y pancreatina[®] de origen porcino (8049-47-6), Flavourzima[®] (9014-01-1) de *Aspergillus oryzae* y los reactivos analíticos ortoftaldialdehído (OPA) (643-79-8), Hipuril-L-Histidil-L-Leucina (HHL) (207386-83-2), ECA-I de 2U (9015-82-1), y captopril (62571-86-2) provinieron de Sigma-Aldrich. El alimento balancea-

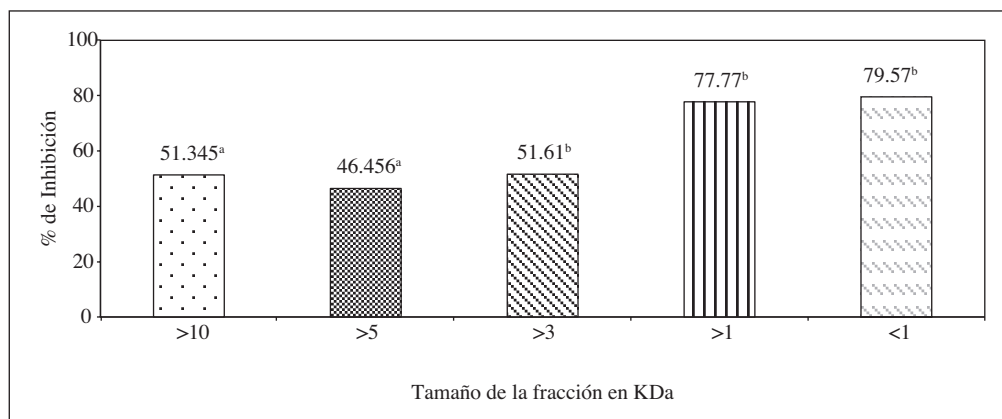


Fig. 1.—Efecto de inhibición sobre la enzima convertidora de angiotensina-I, de fracciones obtenidas por hidrólisis proteínica de *V. unguiculata* usando Flavourzima^{®a-b}. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias estadísticas ($P < 0.05$). Los datos son la media de tres réplicas.

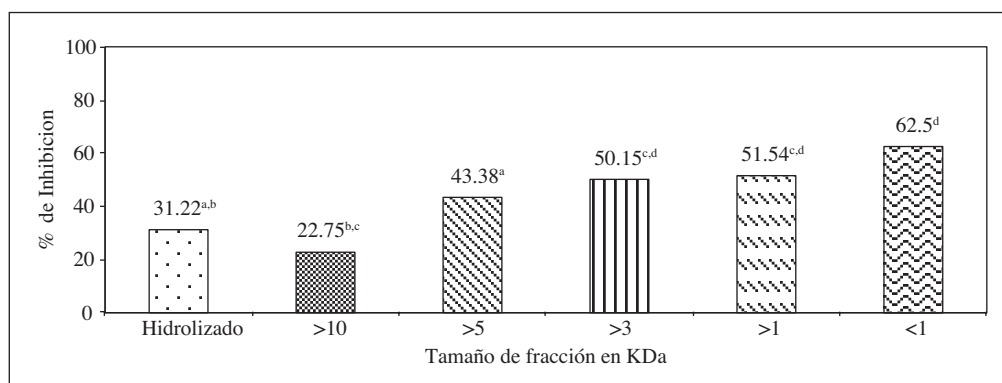


Fig. 2.—Efecto de inhibición sobre la enzima convertidora de angiotensina-I, de fracciones obtenidas por hidrólisis proteínica de *V. unguiculata* usando Pepsina-Pancreatina^{a-d}. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias estadísticas ($P < 0.05$). Los datos son la media de tres réplicas.

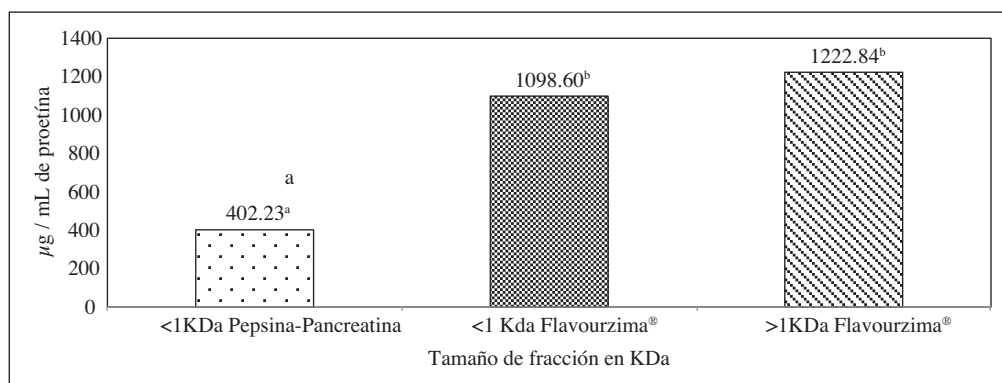


Fig. 3.— IC_{50} de fracciones obtenidas por ultrafiltración de hidrolizados proteínicos de *V. unguiculata*, en sistemas de hidrólisis con Flavourzima® y con Pepsina-Pancreatina^{a-b}. Letras superíndices indican diferencias estadísticas ($p < 0.05$). Los datos son la media de tres réplicas.

do para ratas Harlan Teklad Global Diets® se obtuvo de Harlan Laboratories. Se usaron 30 ratas macho de la raza Wistar de 30 días de edad y peso corporal de 325 ± 50 g (Bioterio del Centro de Investigaciones Regionales Dr. Hideyo Noguchi). Se utilizó un electro esfigmomanómetro para ratas modelo Kent Scientific CODA Standar no-invasivo para presión, adquirido de Científica Senna.

Obtención del concentrado proteico

Se realizó la obtención de un precipitado proteico siguiendo el método reportado por Torruco-Uco¹². posteriormente la fracción proteica fue centrifugada a $1,317 \times g$ por 12 min para recuperar el precipitado, que fue secado por liofilización y almacenado a $-4^\circ C$ hasta su uso.

Hidrólisis enzimática

Para la obtención del hidrolizado de proteínas se utilizó el método reportado por Li¹³ con modificaciones, aplicando una hidrólisis enzimática por 90 min. Se usaron suspensiones del concentrado de proteínas al 4% en dos procesos diferentes, una hidrólisis se-

cuencial con Pepsina Pancreatina (Sigma Lab.), 45min con pepsina-45min con pancreatina a una temperatura de $37^\circ C$ ajustando el pH a 2 para pepsina (con HCl 0,1N) y a 7,5 (con NaOH 0,1N) para pancreatina. El otro proceso de hidrólisis se realizó con una preparación de Flavourzyme® 500MG, a una temperatura de $50^\circ C$, ajustando el pH a 7 con NaOH 0,1. Ambas hidrólisis fueron detenidas inactivando la proteasa por calentamiento a $85^\circ C$ por 20 min. Los hidrolizados se centrifugaron a $12000 \times g$ durante 45 min a $4^\circ C$ y los sobrenadantes se congelaron para su análisis y separación posterior por ultrafiltración.

Separación de fracciones peptídicas por Ultrafiltración

La obtención de fracciones peptídicas por ultrafiltración (UF) se realizó con el método reportado por Cho *et al.*¹⁴ Las fracciones solubles de los hidrolizados de proteínas se fraccionaron a través de membranas de ultrafiltración de diferentes cortes moleculares: 1 kDa, 3 kDa, 5 kDa y 10 kDa. Se utilizó una unidad de ultrafiltración Model 2000, (Millipore, Inc., Marlborough, MA, USA.). Las fracciones peptídicas se almacenaron en alícuotas de 250 mL en congelación a $-4^\circ C$, para su posterior liofilización.

Evaluación in vitro de la actividad inhibitoria de fracciones peptídicas sobre la ECA.

La evaluación *in vitro* de las fracciones peptídicas, sobre la inhibición de la enzima convertidora de angiotensina (ECA) se realizó utilizando el método modificado de Cian¹⁵ basado en la reacción colorimétrica del ácido hipúrico con TT (2, 4,6-tricloro-s-triazina). Se utilizó una solución de ECA-1 (100mU/mL), el sustrato HHL se usó en una concentración de 0,3%(p/v), en buffer de fosfatos 0,1M pH 8,3 y una solución de NaCl 5M, las muestras a analizar se usaron a una concentración de 1mg/mL. Una vez finalizado el tiempo del ensayo, la reacción fue detenida con TT en dioxano 30 mg/mL posteriormente las muestras se centrifugaron a 10000 x g durante 10 min y se leyó su absorbancia a 382 nm. La actividad de inhibición de la ECA se expresó como % inhibición de la ECA y se calcula como sigue:

$$\text{Inhibición de ECA (\%)} = \\ = 100 - \{(\text{MSE} - \text{ME}) (\text{ES} - \text{S}) \times 100\}$$

Donde MSE es densidad óptica de la ECA con muestra y sustrato, ME es la densidad óptica de ECA con la muestra, ES es la densidad óptica de la ECA con el sustrato y S es la densidad óptica del sustrato sin muestra y sin ECA. La IC₅₀ se determinó para las fracciones peptídicas que presentaron mayor % de inhibición mediante una regresión lineal de la concentración de péptido contra el porcentaje de inhibición.

Evaluación in vivo de la actividad hipotensora y antihipertensiva de fracciones peptídicas

El efecto hipotensor de las fracciones peptídicas seleccionada, se evaluó en ratas Wistar normotensas (n=6 por tratamiento) y el efecto antihipertensivo se evaluó en ratas Wistar (n=6 por tratamiento) con hipertensión inducida mediante la administración oral crónica del inhibidor de la óxido nítrico sintasa (N-nitro-L-arginina metil ester), L-NAME (25 mg/kg/día, vía oral) según el método de Pechanova¹⁶ con modificaciones.

Los animales fueron dispuestos de manera individual en jaulas de plástico con rejillas de acero inoxidable, en condiciones de ciclo luz/oscuridad natural, con temperatura constante a 25 °C y agua *ad libitum* durante todo el experimento.

Los animales se pesaron semanalmente para determinar la dosis correspondiente a la concentración empleada (10 mg/kg peso) tanto de las fracciones peptídicas como del fármaco de control Captopril y como control negativo se usó el vehículo de las disoluciones, agua destilada¹⁷. La dosificación de todos estos tratamientos se realizó diariamente por vía oral con una cánula directa al estómago en un volumen de 500 µL. Los procedimientos experimentales fueron aprobados por el Comité para el Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio (CCUAL-Facultad de Medicina-Universi-

dad Autónoma de Estado de Morelos) y se realizaron de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM-062-ZOO-1999), "Especificaciones Técnicas para el Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio"¹⁸ así como todas las regulaciones Federales e institucionales. Estos modelos experimentales se mantuvieron con una temperatura de 25 a 26 °C, una humedad relativa de 40 a 50% y un ciclo de luz y oscuridad de 12 h durante todo el período de duración del estudio. Todos los animales de experimentación se acondicionaron previamente al ambiente de laboratorio durante una semana donde recibieron su alimento y agua *ad libitum*. La presión arterial se midió utilizando un equipo CODA no invasivo con la técnica del manguito en la cola, los cambios en la presión sanguínea se calcularon como la diferencia entre la media de las mediciones obtenidas antes y después de la administración del tratamiento. Los resultados se expresaron como la media de los cambios de la presión sanguínea en mmHG de las mediciones de las ratas.

Diseño experimental y Análisis estadístico

Todos los resultados se procesaron mediante estadística descriptiva utilizando medidas de tendencia central (media) y dispersión (desviación estándar). Los datos obtenidos de bioactividad *in vitro* e *in vivo* se evaluaron mediante ANOVA multifactorial. Se aplicó un diseño de bloques aleatorios en cuanto al tiempo para las evaluaciones del efecto inhibitorio *in vitro* de ECA-I, del efecto hipotensor y del efecto antihipertensivo *in vivo*. Las diferencias estadísticas se compararon a través de la comparación de medias por el método de diferencia mínima significativa de Fisher (LSD). Estos análisis se realizaron utilizando el paquete estadístico Statgraphics Centurion y de acuerdo a los métodos señalados por Montgomery (2007)¹⁹.

Resultados y discusión

Inhibición de la ECA

Se obtuvieron valores de 79,57% de inhibición para la fracción <1KDa, y de 77,78% para la fracción >1 KDa, obtenidas de la hidrólisis con Flavourzima®, ambas fracciones a una concentración de 1000 µg/mL. El efecto de la inhibición fue estadísticamente dependiente del tamaño de la fracción (P<0,05), ya que conforme disminuyó el tamaño molecular de las fracciones se incrementó el efecto de inhibición de la ECA-I.

Para las fracciones obtenidas por hidrólisis secuencial con Pepsina-Pancreatina, se observó un efecto de inhibición en el hidrolizado de un 31,22%, al disminuir el tamaño de la fracción obtenida por ultrafiltración, se incrementó el efecto de la inhibición (P<0,05), pasando de un 22,5% para la fracción >10KDa, hasta un 62,5% para la fracción <1KDa. Este resultado fue

Tabla I ANOVA para efecto hipotensor sobre la presión sistólica					
<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Efectos principales					
A:tiempo	5821.81	3	1940.6	5.36	0.0012
B:tratamiento	19522.2	4	4880.54	13.48	0.0000
Residuos	294973.	815	361.929		
Total (corregido)	320434.	822			

Tabla II ANOVA para efecto hipotensor sobre la presión diastólica					
<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Efectos principales					
A:tiempo	12511.4	3	4170.45	14.85	0.0000
B:tratamiento	15179.7	4	3794.92	13.51	0.0000
Residuos	228907.	815	280.868		
Total (corregido)	256213.	822			

Tabla III ANOVA para el efecto antihipertensivo sobre la presión sistólica					
<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Efectos principales					
A:tiempo	20872.4	3	6957.47	16.05	0.0000
B:tratamiento	18628.2	4	4657.04	10.74	0.0000
Residuos	366330.	845	433.527		
Total (corregido)	406757.	852			

Tabla IV ANOVA para el efecto antihipertensivo sobre la presión diastólica					
<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Efectos principales					
A:tiempo	8359.88	3	2786.63	10.85	0.0000
B:tratamiento	14519.9	4	3629.98	14.14	0.0000
Residuos	216968.	845	256.766		
Total (corregido)	238838.	852			

semejante al obtenido con albúminas provenientes de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*), donde las fracciones peptídicas con menor tamaño molecular presentaron modestas pero relativamente mayores valores de inhibición que las de mayor tamaño, con un IC_{50} de 0,35 mg/mL²⁰ de manera similar los péptidos obtenidos de *Acetes chinensis* con pesos moleculares entre 611 y 240 Da y que representaron un 63,6% de la

fracción obtenida por ultrafiltración en membrana de 3KDa con un IC_{50} de 0,67 mg/mL²¹.

IC₅₀ de la Enzima Convertidora de Angiotensina

Se determinó el valor de IC_{50} para fracciones seleccionadas de los hidrolizados obtenidos con Flavourzi-

ma® y con Pepsina-Pancreatina, tomando como criterio de selección que estas fracciones presentaron el mayor porcentaje de inhibición de la ECA-1 de cada sistema de hidrólisis. El IC₅₀ para la fracción <1KDa obtenida por hidrólisis con Flavourzima® fue de 1098,60 µg/ml, la fracción <1KDa obtenida por hidrólisis secuencial con Pepsina-Pancreatina tuvo un IC₅₀ de 402,23 µg/ml (P<0,05). Igualmente se determinó un IC₅₀ de 1222,84 µg/ml para la fracción >1 KDa obtenida por hidrólisis con Flavourzima®.

Los valores de IC₅₀ registrados para las fracciones seleccionadas, <1KDa y >1 KDa obtenidas por hidrólisis con Flavourzima® y <1KDa obtenida por hidrólisis con Pepsina-Pancreatina son comparables con lo reportado por Rho et. al²² quienes han encontrado valores en este rango en fracciones obtenidas de extracto fermentado de soya, donde la fracción >3 KDa presentó efecto inhibitor con un IC₅₀ de 1,12 mg/mL. De igual forma en el análisis de una preparación de chícharos *in vitro* el IC₅₀ de los péptidos fue de 0,72mg/mL, usando como un control el fármaco enalapril con un IC₅₀ de 7,46 mg/mL. En otro trabajo Akilliog̃lu y Karakaya, reportaron valores de IC₅₀ para frijol común de 0,77 mg/mL y de 0,26 mg/mL para lentejas verdes²³.

Con base en estos datos, se puede señalar que los valores de IC₅₀ de los péptidos inhibidores obtenidos de diversas fuentes cubren rangos variables, por ejemplo en otro estudio, realizado con pepino de mar (*Acaudina molpadioidea*) hidrolizado de manera secuencial con Bromelina-Alcalasa y separado por ultrafiltración en fracciones >2KDa y <2KDa, estas fracciones presentaron un IC₅₀ de 1,975 mg/mL y 0,615 mg/mL respectivamente²⁴. En estos y otros estudios de manera similar a los resultados obtenidos con las fracciones analizadas, se observó que la disminución del tamaño de la fracción peptídica estaba directamente relacionada con el incremento de su actividad inhibitoria²⁵.

Evaluación in vivo de la actividad hipotensora

Los valores obtenidos con cada tratamiento durante las 4 semanas del experimento señalan que las fracciones peptídicas <1 KDa obtenidas con Flavourzima® disminuyeron la presión sistólica en un 8,61% y la diastólica en un 14,09%, mientras que el fármaco de control Captopril disminuyó la presión sistólica en un 8,84% y la diastólica en un 11,14% (Fig. 4 a, b y d).

La fracción >1KDa obtenida con Flavourzima® no presentó una disminución de la presión arterial significativa (P<0,05), mientras que las fracciones <1KDa obtenidas con Pepsina-Pancreatina disminuyeron la presión diastólica en un 14,15%. Las diferencias en la presión que se observaron al final de las 4 semanas de tratamiento fueron significativas (P<0,05) según los ANOVAs, y como resultado de la prueba de múltiples rangos (LSD P<0,05), se observó que tanto para la presión sistólica como para la presión diastólica, los

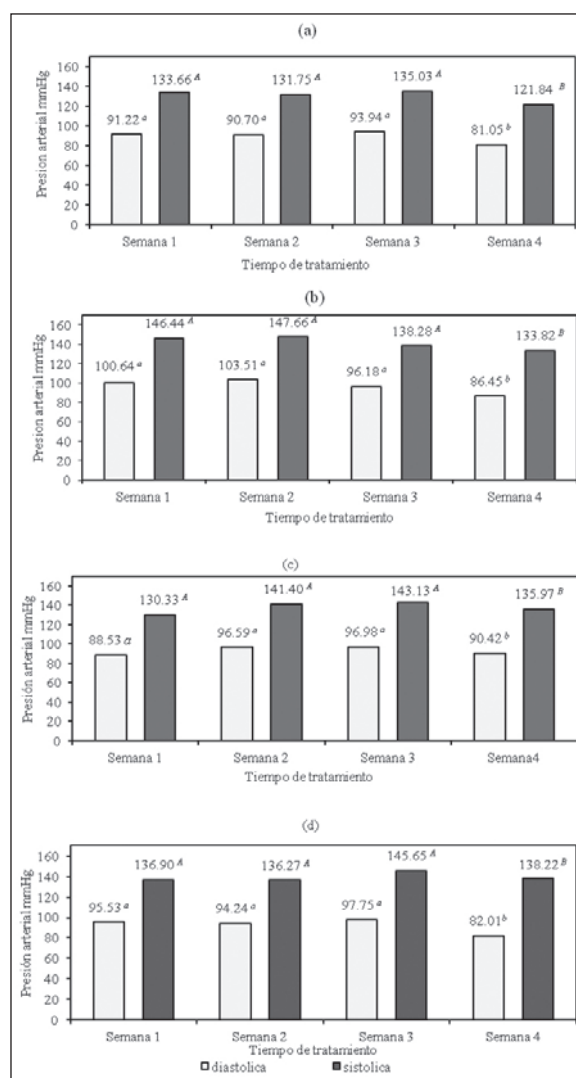


Fig. 4.—Evaluación del efecto hipotensor de distintas fracciones peptídicas, (a) Captopril, (b) Flavourzima® <1KDa, (c) Flavourzima® >1KDa, (d) Pepsina - Pancreatina <1 KDa, en ratas Wistar normotensas. ^{a-b} ó A-B Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas. Los datos son la media de tres réplicas.

valores son estadísticamente diferentes en la 4 semana de tratamiento (Tablas I y II).

El hecho de que no se observó un efecto hipotensor significativo con la dosificación de algunas de estas fracciones *in vivo*, fue similar a los resultados obtenidos con la aplicación de fracciones obtenidas en otros estudios *in vivo*, Li et. al^{26,27,28} han descubierto que los péptidos con efecto inhibitorio *in vitro* no siempre tienen efecto antihipertensivo *in vivo*. Los péptidos con alta actividad inhibitoria no siempre se traducen en un descenso de la presión arterial. Se conoce además que la secuencia de aminoácidos y el largo de la cadena peptídica inhibitoria afectan las propiedades del péptido. El mismo efecto ha sido reportado por Fritz²⁹ en un estudio realizado con hidrolizados obtenidos con

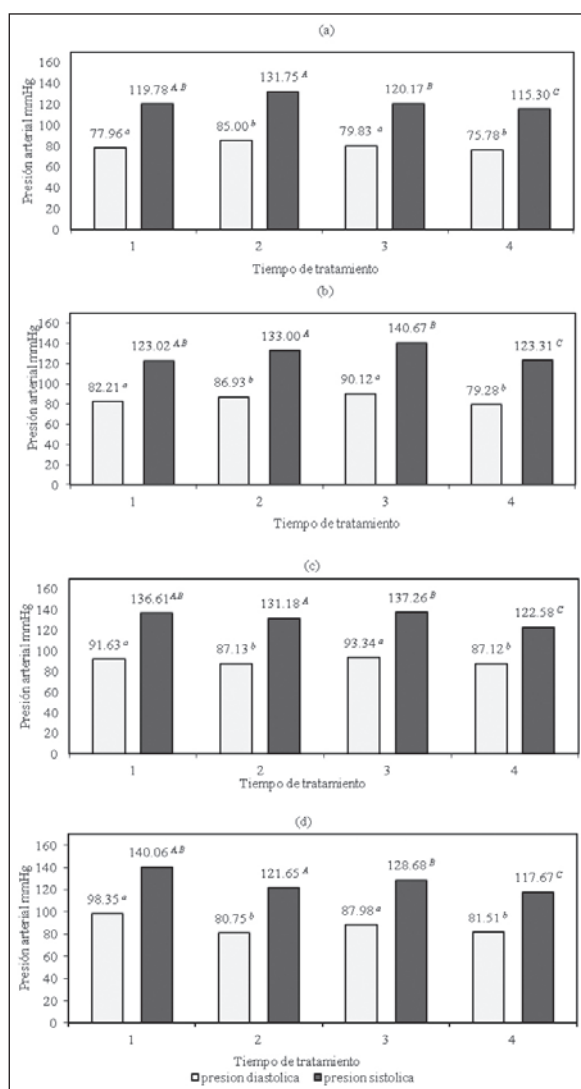


Fig. 6.—Evaluación del efecto antihipertensivo de distintas fracciones peptídicas (a) Captopril (b) Flavourzima® <1 KDa (c) Flavourzima® >1 KDa, (d) Pepsina-Pancreatina <1 KDa, en ratas Wistar inducidas a hipertensión con L-NAME. ^{a-b} ó ^{A-B} Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas. Los datos son la media de tres réplicas.

Alcalasa y provenientes de *Amaranthus mantegazzianus*, en los que a dosis de 2,4 g/kg de peso, no se observaron efectos hipotensores en ratas normotensas e incluso ningún efecto en ratas espontáneamente hipertensas.

Estos resultados son similares a los que presenta Wu³⁰, en un estudio realizado con péptidos obtenidos a partir de hidrolizados de frijol soya, en el que no se encontró un descenso significativo de la presión arterial en ratas normotensas, aun cuando se les alimento con una dosis de 1 g/kg de peso. Es interesante hacer notar que la ausencia de un efecto hipotensor sugiere que algunos de los péptidos provenientes de *Vigna unguiculata* no presentan un efecto adverso en la presión arterial de ratas normotensas.

Determinación del efecto antihipertensivo

Durante el procedimiento de inducción a la hipertensión que se realizó aplicando L-NAME en las condiciones definidas, se observó una elevación de la presión en todos los grupos experimentales después de 3 semanas de inducción. El porcentaje de elevación de la presión arterial sistólica en promedio fue del 17,64% mientras que la presión diastólica se elevó en un 16,21%.

Cuando se realizó la aplicación de los tratamientos con las fracciones seleccionadas, se observó una reducción de la presión sistólica que fue distinta en cada grupo experimental. Con la fracción >1 KDa obtenida por hidrólisis con Flavourzima®, la reducción de la presión arterial sistólica fue de 10,27% mientras que la de la presión diastólica fue de 4,92%, en ambos casos esta reducción fue superior a la que se obtuvo con Captopril que fue del 3,74% para la presión sistólica y de 2,79% para la presión diastólica. Con las fracción <1 KDa obtenida por hidrólisis con Flavourzima® la disminución de la presión diastólica fue de 3,56%, mayor que la encontrada con Captopril, en tanto que la fracción <1KDa obtenida con Pepsina-Pancreatina, disminuyó la presión sistólica en un 15,98% y la presión diastólica en un 17,12%, siendo este valor el mayor descenso registrado en este experimento (Fig. 6).

El Análisis de varianza indicó que existe efecto de la fracción administrada y del tiempo sobre la presión sistólica y diastólica. También se encontró una diferencia significativa ($P < 0,05$) entre las medias de los tratamientos aplicados. El análisis de múltiples rangos (LSD con $P < 0,05$) señala que hay diferencias significativas entre los valores obtenidos para la presión sistólica durante el tiempo del tratamiento (Tablas III y IV).

La elevación de la presión arterial por inducción con L-NAME ha sido ampliamente reportada en la literatura científica, por ejemplo, en un experimento realizado por Paulis *et al.*³¹ con ratas inducidas a hipertensión durante 5 semanas con L-NAME, en el que después de un tratamiento de 3 semanas se presentó una reducción del diámetro arterial en la arteria femoral, así como la aparición de hipertensión, una reducción del NO inducido por la acetilcolina así como por la disminución de la actividad de la NO sintetasa y aún más, se observó un incremento en la expresión de la ciclooxigenasa-2 en las aortas de las ratas tratadas con L-NAME, y del EDCF (endotelium-derived constricting factor).

Benter *et al.*³² igualmente realizaron la inducción a la hipertensión vía oral (80mg/l) por 4 semanas en ratas naturalmente hipertensas, la elevación de la presión arterial fue de 269 mmHg contra 196 mmHg de las ratas inducidas contra las ratas naturalmente hipertensas. De manera similar se puede observar que el tratamiento con L-NAME de 3 semanas de inducción empleado en este experimento, dio resultados positivos en cuanto al incremento estable de la presión arterial. Aun cuando la inducción se realizó en menor tiempo se puede considerar que presentó un efecto positivo, como ocurrió

en el trabajo de Biancardi *et al.* (2007)³³ en el que se realizó la inducción a la hipertensión en ratas normotensas, con resultados en períodos de 2 a 7 días.

Los tratamientos aplicados a las ratas inducidas a hipertensión mostraron un efecto antihipertensivo que se observó que está en relación al tiempo del tratamiento y al tamaño de fracción empleada. De manera que las fracciones de menor tamaño respondieron con mayor eficacia para disminuir la presión arterial, esto coincide con los resultados obtenidos por Kodera y Noriki (2007)³⁴ que evaluaron péptidos procedentes de hidrolizados de soya, y encontraron que los de menor peso molecular presentaban mayor efecto inhibitorio de la ECA-I, al igual que Aluko *et al.*³⁵ que al evaluar hidrolizados de chicharos obtuvo péptidos con tamaños moleculares < 1000Da con efecto inhibitorio, resultados similares se han reportados por otros autores (García-Tejedor *et al.*, 2015³⁶; Chen *et al.*, 2013³⁷)

En otro aspecto a considerar la respuesta antihipertensiva se ha visto relacionada con la dosis aplicada en el experimento, así en un trabajo realizado por Sato *et al.*¹⁷ en el que se aislaron 7 clases de péptidos inhibidores de la enzima convertidora de la angiotensina-I (ECA-I) a partir de los hidrolizados de wakame (*Undaria pinnatifida*) y se encontró efecto antihipertensivo en cuatro de estos, usando una dosis de 1mg/kg de peso de las ratas. Aunque no determinaron la relación dosis-respuesta, se observó un efecto antihipertensivo en los grupos cuando se aplicaron dosis que iban desde 0,1 hasta 10 mg/kg de peso en ratas espontáneamente hipertensas. Esta concentración máxima evaluada fue similar a la utilizada en este trabajo, para dosificar las fracciones peptídicas a evaluar, presentó un efecto antihipertensivo mayor que el fármaco de control, el cual fue usado en esta misma concentración.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos se concluye que las fracciones < 1Kda obtenidas con Flavourzyme® y con Pepsina-Pancreatina, durante las evaluaciones *in vitro* presentaron porcentajes de inhibición hasta del 79% y del 62% respectivamente. En las pruebas *in vivo* se observaron efectos hipotensores similares a los que se pueden obtener con Captopril y específicamente en el caso de la presión sistólica en el experimento antihipertensivo, en el que la fracción < 1KDa obtenida con Pepsina-Pancreatina presentó una disminución de la presión arterial sistólica y diastólica mayor que el fármaco de control.

Agradecimientos

Esta investigación fue financiada con el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT-México) a través del proyecto de Ciencia Básica 153012 “Actividad Biológica de fracciones peptídi-

cas derivadas de la hidrólisis enzimática de frijol lima (*Phaseolus lunatus*) y caupí (*Vigna unguiculata*)”. Se agradece el apoyo de CONACYT para el desarrollo de este proyecto como Becario No. 72780

Referencias

1. López Correa, Sonia Marfa; Carranza Madrigal J. Artículo de revisión Hipertensión metabólica: una realidad en México. *Med Intena México* 2011;27(4):378-384.
2. Contra HS, Estrada LR, Chávez AG, Hernández H. Artemisa El sistema renina-angiotensina-aldosterona y su papel funcional más allá del control de la presión arterial. *Rev Mex Cardiol* 2008; 1.
3. Lima, Marcos M; Nuccio, José Carmelo; Villalobos, Marjorie; Torres, Christopher; Balladares N. SISTEMA RENINA ANGIOTENSINA Y RIESGO CARDIO-METABOLICO. Revisión. *Rev Venez Endocrinol* 2010; 8(1):3-10.
4. Morales Olivas FJ, Estañ Yago L. Conceptos nuevos sobre el sistema renina angiotensina. *Hipertens Riesgo Vasc* 2010; 27(5):211-217. doi:10.1016/j.hipert.2009.09.002.
5. Sun-Waterhouse D. The development of fruit-based functional foods targeting the health and wellness market: a review. *Int J Food Sci Technol* 2011;46(5):899-920. doi:10.1111/j.1365-2621.2010.02499.x.
6. Segura-Campos M, Chel-Guerrero L, Betancur-Ancona D. Efecto de la digestión en la biodisponibilidad de péptidos con actividad biológica. Effect of digestion on bioavailability of peptides with biological activity. *Rev Chil Nutr* 2010;37(3):386-391.
7. Shahidi, Fereidoon; Zhong Y. Bioactive Peptides. *J Agric Food Chem* 2008;91(4):914-932.
8. Norris R, FitzGerald RJ. Antihypertensive peptides from food proteins: a review. *Bioactive Food Peptides in Health and Disease* 2013 Vol 3. :350–61. doi:10.1039/c2fo10192k
9. Hen C, Al MJ. Preparation and Characterization of Protein Isolate from Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) 2004; 69(2).
10. Orji DEO and BO. Phytochemical composition and nutritional quality of *Glycine max* and *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Am J Food Technol* 2007;2(6):512-520.
11. Rangel A, Saraiva K, Schwengber P, *et al.* Biological evaluation of a protein isolate from cowpea (*Vigna unguiculata*) seeds. *Food Chem* 2004; 87(4):491-499. doi:10.1016/j.foodchem.2003.12.023
12. Torruco-Uco, J. G. Efecto antihipertensivo de fracciones peptídicas bioactivas obtenidas a partir de frijol lima (*Phaseolus lunatus*) y frijol jamapa (*Phaseolus vulgaris*). Instituto Politécnico Nacional, México, D.F 2009
13. Li, G.H., Le, G.W., Liu H. and Y. Shi, Y.H. Mung-bean Protein Hydrolysates Obtained with Alcalase Exhibit Angiotensin I-Converting Enzyme Inhibitory Activity, *Food Science and Technology International* 2005 Vol. 11, No. 4, pp. 281-287. doi:10.1177/1082013205056781
14. Cho M.J., Unklesbay N., Hsieh F., Clarke A.D. Hydrophobicity of bitter peptides from soy protein hydrolysate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2004; 52 (19): 5895-5901
15. Cian RE, Luggren P, Drago SR. Effect of extrusion process on antioxidant and ACE inhibition properties from bovine haemoglobin concentrate hydrolysates incorporated into expanded maize products. *Int J Food Sci Nutr* 2011, 62(7):774-80. doi:10.3109/09637486.2011.582034.
16. Pechanova, O., Bernatova, I., Pelouch,V., Babal, P. L-NAME induced Protein remodeling and Fibrosis in the Rat Heart. *Physiol Res* 1999, 48:353-362
17. Sato M, Hosokawa T, Yamaguchi T, *et al.* Angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides derived from wakame (*Undaria pinnatifida*) and their antihypertensive effect in spontaneously hypertensive rats. *J Agric Food Chem* 2002;50(21):6245–52. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12358510>
18. Lilia Isabel Ochoa Muñoz, Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural P y A. NORMA Oficial Mexicana NOM-

- 062-ZOO-1999, Especificaciones Técnicas Para La Producción, Cuidado Y Uso de Los Animales de Laboratorio.; 1999.
19. Montgomery, D. C. Diseño y análisis de experimentos. 2da Ed. Editorial Limusa S.A. de C.V. México, D.F. 2007, pp 21-141
20. Tovar-Pérez EG, Guerrero-Legarreta I, Farrés-González a., Soriano-Santos J. Angiotensin I-converting enzyme-inhibitory peptide fractions from albumin 1 and globulin as obtained of amaranth grain. *Food Chem* 2009;116(2):437-444. doi:10.1016/j.foodchem.2009.02.062.
21. Zhang C, Cao W, Hong P, Ji H, Qin X, He J. Angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity of *Acetes chinensis* peptic hydrolysate and its antihypertensive effect in spontaneously hypertensive rats. *Int J Food Sci Technol* 2009;44(10):2042-2048. doi:10.1111/j.1365-2621.2009.02028.x.
22. Rho SJ, Lee J-S, Chung Y II, Kim Y-W, Lee HG. Purification and identification of an angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptide from fermented soybean extract. *Process Biochem* 2009 ; 44(4):490-493. doi:10.1016/j.procbio.2008.12.017.
23. Jakubczyk A, Baraniak B. Angiotensin I Converting Enzyme Inhibitory Peptides Obtained after In Vitro Hydrolysis of Pea (*Pisum sativum* var. Bajka) Globulins. *Biomed Res Int* 2014.; 2014:1-8. doi:10.1155/2014/438459.
24. Norris R, FitzGerald RJ. Antihypertensive peptides from food proteins: a review. *Bioactive Food Peptides in Health and Disease*.2013, Vol 3.:350-61. doi:10.1039/c2fo10192k.
25. Erdmann K, Cheung BWY, Schröder H. The possible roles of food-derived bioactive peptides in reducing the risk of cardiovascular disease. *J Nutr Biochem* 2008;19(10):643-654. doi:10.1016/j.jnutbio.2007.11.010.
26. Li, G.-. H., Le, G.-. W., Shi, Y.-. H., & Shrestha, S. Angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides derived from food proteins and their physiological and pharmacological effects. *Nutrition Research* 2004,24, 469-486.
27. Roy F, Boye JI, Simpson BK. Bioactive proteins and peptides in pulse crops: Pea, chickpea and lentil. *Food Res Int* 2010; 43(2):432-442. doi:10.1016/j.foodres.2009.09.002.
28. Li, Guang-Hong; Qu M-R. Antihypertensive effect of rice protein hydrolysate with in vitro angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity in spontaneously hypertensive rats. *Asia Pac J Clin Nutr* 2007;16 (supl 1):275-280.
29. Fritz M, Vecchi B, Rinaldi G, Añón MC. Amaranth seed protein hydrolysates have in vivo and in vitro antihypertensive activity. *Food Chem*.2011;126(3):878-884. doi:10.1016/j.foodchem.2010.11.065.
30. Wu J, Ding X. Hypotensive and physiological effect of angiotensin converting enzyme inhibitory peptides derived from soy protein on spontaneously hypertensive rats. *J Agric Food Chem* 2001;49(1):501-6. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11170618>
31. Paulis L, Zicha J, Kunes J, et al. Regression of L-NAME-induced hypertension: the role of nitric oxide and endothelium-derived constricting factor. *Hypertens Res* 2008;31(4):793-803. doi:10.1291/hypres.31.793.
32. Benter IF, Yousif MHM, Anim JT, Cojocel C, Diz DI, Angiotensin- DID. Angiotensin- (1 – 7) prevents development of severe hypertension and end-organ damage in spontaneously hypertensive rats treated with L -NAME. *Am J Physiol Hear Circ Physiol* 2006;(290):684-691. doi:10.1152/ajpheart.00632.2005.
33. Biancardi VC, Bergamaschi CT, Lopes OU, Campos RR. Sympathetic activation in rats with L-NAME-induced hypertension. *Brazilian J Med Biol Res* 2007;40(3):401-408. doi:10.1590/S0100-879X2007000300016.
34. Aluko, R.E., et al., Structural and functional characterization of yellow field pea seed (*Pisum sativum* L.) protein-derived antihypertensive peptides, *Food Research International* 2015, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2015.03.029>
35. Kodera T, Nio N. Identification of an Angiotensin I-converting Enzyme Inhibitory Peptides from Protein Hydrolysates by a Soybean Protease and the Antihypertensive Effects of Hydrolysates in 4 Spontaneously Hypertensive Model Rats. *J Food Sci* 2006;71(3):C164-C173. doi:10.1111/j.1365-2621.2006.tb15612.x.
36. García-Tejedor, A., Sánchez-Rivera, L., Castelló-Ruiz, M., Re-cio, I., Salom, J. B., & Manzanares, P. Novel antihypertensive lactoferrin-derived peptides produced by *Kluyveromyces marxianus*: Gastrointestinal stability profile and in vivo angiotensin I-converting enzyme (ACE) inhibition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2014; 62, 1609-1616.
37. Chen, J., Liu, S., Ye, R., Cai, G., Ji, B., & Wu, Y. Angiotensin-I converting enzyme(ACE) inhibitory tripeptides from rice protein hydrolysate: Purification and characterization. *Journal of Functional Foods* 2013; 5, 1684-1692.



Original/Alimentos funcionales

Ganoderma lucidum improves physical fitness in women with fibromyalgia

Daniel Collado Mateo¹, Francesco Pazzi¹, Francisco J. Domínguez Muñoz¹,
Juan Pedro Martín Martínez¹, Pedro R. Olivares², Narcis Gusi¹ and José C. Adsuar¹

¹Faculty of Sport Science, University of Extremadura, Cáceres, Spain. ²Instituto de Actividad Física y Salud, Universidad Autónoma de Chile, Chile.

Abstract

Introduction: fibromyalgia is a chronic disease characterized by generalized pain, stiffness, poor physical conditioning, non-restorative sleep and poor health-related quality of life. *Ganoderma lucidum* a type of mushroom that has demonstrated several benefits in different populations. *Ceratonía siliqua* is a natural therapy rich in antioxidants with potential benefits on health.

Objective: to evaluate the effects of 6-week treatment of *Ganoderma lucidum* and *Ceratonía siliqua* on physical fitness in patients suffering from fibromyalgia.

Methods: sixty-four women with fibromyalgia participated in the study. They took 6 g of *Ganoderma lucidum* or *Ceratonía siliqua* per day for 6 weeks. Different fitness tests were selected in order to evaluate functional capacity.

Results: after the 6-week treatment period, *Ganoderma lucidum* significantly improved aerobic endurance, lower body flexibility, and velocity ($p < .05$). No significant improvement in any physical test was observed in the *Ceratonía siliqua* group.

Discussion and conclusion: *Ganoderma lucidum* may improve physical fitness in women with fibromyalgia, whereas, *Ceratonía siliqua* seemed to be ineffective at increasing physical fitness. These results may indicate that *Ganoderma lucidum* might be a useful dietary supplement to enhance physical performance of the patients suffering from fibromyalgia.

(Nutr Hosp. 2015;32:2126-2135)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9601

Key words: Chronic pain. Reishi. *Ceratonía siliqua*. *Ganoderma lucidum*. Nutrition. Endurance. Velocity.

GANODERMA LUCIDUM MEJORA LA CONDICIÓN FÍSICA EN MUJERES CON FIBROMIALGIA

Resumen

Introducción: la fibromialgia es una enfermedad crónica caracterizada por dolor crónico general, rigidez, condición física pobre, sueño no reparador y mala calidad de vida relacionada con la salud. *Ganoderma lucidum* es un tipo de hongo que ha demostrado tener diferentes beneficios en diversas poblaciones. La harina de algarrobo (*Ceratonía siliqua*) es una fuente natural de antioxidantes con potenciales beneficios para la salud.

Objetivo: evaluar los efectos sobre la condición física en mujeres con fibromialgia de un tratamiento de seis semanas con *Ganoderma lucidum* y compararlos con los de un tratamiento con *Ceratonía siliqua*.

Métodos: sesenta y cuatro mujeres con fibromialgia participaron en el estudio. Se hicieron dos grupos, el primer grupo tomó 6 g diarios de *Ganoderma lucidum*, mientras que el segundo tomó 6 g diarios de *Ceratonía siliqua*. Se evaluó la condición física mediante diferentes test físicos validados.

Resultados: después de seis semanas de tratamiento, *Ganoderma lucidum* mejoró significativamente la resistencia aeróbica, la flexibilidad del miembro inferior y la velocidad ($p < 0,05$). Por otro lado, *Ceratonía siliqua* no mejoró la condición física.

Discusión y conclusiones: *Ganoderma lucidum* puede mejorar la condición física en mujeres con fibromialgia, mientras que *Ceratonía siliqua* parece no ser efectivo para este propósito. Estos resultados pueden indicar que 6 g diarios de *Ganoderma lucidum* podrían ser un suplemento útil para mejorar la condición física en esta población.

(Nutr Hosp. 2015;32:2126-2135)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9601

Palabras clave: Dolor crónico. Reishi. *Ceratonía siliqua*. *Ganoderma lucidum*. Nutrición. Resistencia. Velocidad.

Correspondence: Pedro R. Olivares.
Instituto de Actividad Física y Salud,
Universidad Autónoma de Chile, Chile.
E-mail: olivares.pedro@gmail.com

Recibido: 7-VII-2015.
Aceptado: 7-VIII-2015.

Introduction

Fibromyalgia (FM) is a chronic rheumatic disease of unknown etiology. It is characterized by generalized pain, stiffness, and tenderness in at least 11 of 18 specific points¹. In addition, FM is associated with a range of symptoms, such as muscular stiffness, depression, non-refreshing sleep, and cognitive impairments^{2,3}. In European population, the estimated prevalence of FM is around 3% to 5% of the general population⁴.

Differences in physical fitness between FM and healthy women were compared in previous studies. FM patients showed worse results in upper and lower limb strength, balance, flexibility, and aerobic endurance^{5,6}. FM is also associated with high prevalence of overweight and obesity. In this regard, a recent study reported that approximately 72% of women with fibromyalgia are overweight or obese⁷. This anthropometric difference could be given because FM patients are more prone to physical inactivity than healthy people⁸. This sedentary tendency may be increased by FM symptoms like pain, fatigue, stiffness or depression, while at the same time some of these symptoms could be worsened by physical inactivity, i.e. poor physical conditioning or depression⁹. All of this can lead a reduction in health-related quality of life (HRQoL)¹⁰.

Recommended therapies in FM include pharmacological and non-pharmacological therapies. Among non-pharmacological treatments, physical therapies were reported to be effective at increasing well-being and physical function¹¹. Natural and nutritional therapies are currently being studied in this syndrome because these could be helpful at improving different symptoms¹².

Among those alternative therapies, *Ganoderma lucidum* (GL), also known as reishi or linghzi, has been widely used and studied in different populations. It is a type of mushroom that has demonstrated his efficacy at increasing vital energy, stimulating the immune system, and promoting health¹³. Previous research investigated its effect as a treatment of different diseases, like cancer¹⁴, diabetes¹⁵, Human Immuno Virus¹⁶, or hepatitis¹⁷. Different properties and effects were also reported, such as anti-inflammatory¹⁸, anti-oxidant¹⁵, antiviral¹⁹, neuroprotective²⁰, and hypotensive²¹. Effects of GL on physical conditioning still remain unknown in humans. To our knowledge, only one investigation²² assessed the effects of GL on physical fitness, and they concluded that the antioxidant effect of GL could protect endurance athletes from overtraining. Effectiveness in increasing antioxidant enzymes activities was also investigated in mice²³. This study shown the evidence that GL possessed protective effects against a strenuous exercise that could induce oxidative stress. Furthermore, relevant effects on physical condition and fatigue were reported in breast cancer patients²⁴. However, the mechanism under these improvements remains unknown.

Ceratonia siliqua (CS) is a natural therapy that has been consumed in many Mediterranean countries in culinary preparations of beverages and confectionery. It is also called carob tree and it is obtained from the fruit of the CS tree. CS flour is rich in polyphenols and it acts as an antioxidant in the body^{25,26}. Given its low prize, CS can be considered a “low cost” source of antioxidants. In mice, antidepressant effects were also reported in previous studies²⁷. However, to our knowledge, those results have not been studied in human samples.

Recent studies hypothesized that oxidative stress may have a relevant role in the pathophysiology of FM²⁸. This, along with the effects of oxidative stress in physical condition²², suggests that antioxidant sources could improve physical fitness in FM patients.

Given the potential effects of GL and CS, not only as antioxidant sources (especially the GL, which may have other benefits cited above), the aim of the present study was to evaluate the effects of GL and CS on physical fitness in patients suffering from FM. A secondary objective was to evaluate the safety of GL and CS treatments.

Methods

Participants

All participants were recruited from three FM associations. The following inclusion criteria were set: 1) be diagnosed with FM by a rheumatologist; 2) be able to communicate effectively with study staff; 3) be older than 18 years old; 4) Give written-informed consent. On the other hand, exclusion criteria were the following: 1) be pregnant; 2) change their daily activity during the 6 weeks of treatment; 3) be taking immunosuppressive; 4) be suffering from diabetes; 5) be participating in other investigations; 6) be taking C vitamin supplementation; 7) be taking anticoagulants, and 8) have taken GL and/or CS as a treatment before. Additionally, an algometer (PainTest™ FPX 25 Algometer. Wagner Instruments, Greenwich, USA) was used in order to check FM diagnosis. Participants without acute painful response in at least 11 of 18 specified tender points stimulated with a pressure of 4 kg/cm² were excluded.

Figure 1 shows the flow diagram of participants. A total of 70 subjects were initially recruited. Sixty-seven of them were women and 3 were men. Five participants were excluded because they did not meet the inclusion criteria and 1 declined to participate. A total of 64 women took part in the study. All of them signed the informed consent in accordance with the updated Declaration of Helsinki.

This study was approved by the Biomedical Ethics Committee of the University. The trial was registered in the Australian New Zealand Clinical Trials, register number: ACTRN12614001201662.

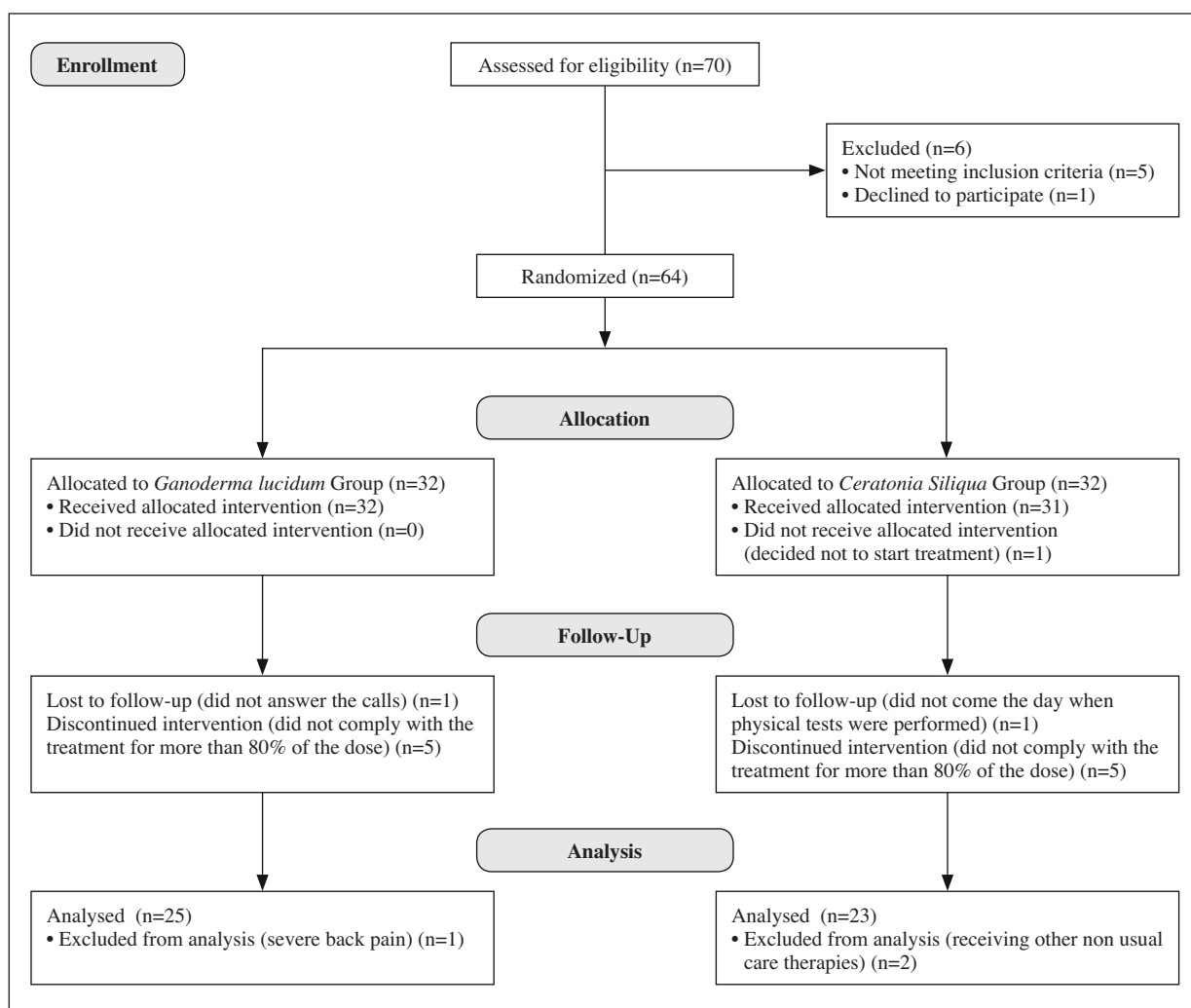


Fig. 1.—Flow Diagram of participants.

Procedures

The current study is a randomized, double blind, clinical trial. Participants were randomly assigned to one of the following two groups: GL group (GLG) or CS group (CSG). Subjects were informed about the existence of both group, but they did not know which group they were in. Randomization and allocation processes were conducted by one of the researchers using random code numbers. This researcher was not involved in data acquisition or statistical analysis. Thus, the following people were blinded: a) people receiving the treatment; b) people administering the treatment; c) people assessing the outcomes; and finally, d) people analyzing the results.

After initial measurement, participants took GL or CS during a period of 6 weeks. GLG ingested 3g of GL dissolved in warm water twice a day (6g per day). The first intake was at breakfast; whereas the second one was at dinner. CSG took 6 daily grams of CS with the same administration indications. The company “Mun-

doReishi” provided the substances, and the Chair of Mycology of the University of Valladolid (Spain) was responsible to analyze GL.

Data collection

In order to evaluate functional capacity and physical fitness, the following well-known tests were selected:

- *Upper Body Muscular Strength*: It was assessed using two tests: the handgrip test and the arm curl test. The handgrip strength was measured using a hand dynamometer (Takei TKK 5401 Digital Handgrip Dynamometer, Tokyo Japan). Patients had to squeeze the dynamometer with an optimal grip-span²⁹. The better of two attempts for each hand was used in the analyses. The second tool was the “Arm curl test”³⁰. It quantifies the number of repetitions that the patient is able to lift a hand weight (2.3 kg) in

30 seconds. One trial with each hand was performed by the patients.

- *Lower body muscular strength.* The 30s-Chair stand test was used. Participants started this test seated on a chair with their hands over their shoulders. They should stand-up and sit-down as fast as possible within 30 seconds³¹. The number of times they stand-up were recorded.
- *Upper Body Flexibility* was assessed using the back scratch test³². In this test, the distance between fingers behind the back is measured and the overlap is scored positively.
- *Lower Body Flexibility:* it was measured using the chair-sit-and-reach test³⁰. In this test, participants were seated on a chair and they had to extend their legs: first, the right leg, and second, the other one. Then, they were instructed to reach the extended leg with the middle finger of the corresponding hand and hold this position. Best score was registered.
- *Balance and agility:* the 3 meters version of the Timed-Up-and-Go Test (TUG)³³ was used to assess agility and dynamic balance. Participants were asked to sit on a chair, placing their back against the backrest of the chair. At the signal, they should walk to a line 3 meters away, turn around, walk back to the chair and sit-down. Best score of two trials was used in the analyses.
- *Aerobic Endurance* was measured using the 6-min walking test³⁰. This test aims to determine the maximum distance that participants were able to walk in 6 minutes. It was performed around a square measuring 20 meters each side.
- *Velocity:* Participants were asked to walk 20 meters as fast as possible. Mean velocity was calculated dividing the 20 meters by the time taken to complete this 20 meters³⁴.
- *Balance:* it was measured using Biodex Balance System (Shirley, NY, USA). This device objectively measures the ability of a subject to stabilize himself. It also quantifies the tilt about each axis during static and dynamic conditions. Clinical Test of Sensory Integration of Balance (CTSIB) protocol was used. This test was performed with different devices by previous studies³⁵. However, it is the first time, to our knowledge, that this protocol is carried out with Biodex Balance System. In all tests, patients maintained their feet on the platform during 30 seconds with a rest of 10 seconds between each test. The following tests were performed to quantify postural sway under four different sensory conditions according to the CTSIB:

- Eyes open on firm surface to measure somatosensory, visual and vestibular sensory inputs.
- Eyes closed on firm surface to estimate somatosensory and vestibular inputs, since visual input is not available.

- Eyes open on unstable surface. In this test somatosensory capacity is compromised, thus visual and vestibular inputs are measured.
- Eyes closed on unstable surface. Only vestibular information was estimated by compromising somatosensory information and visual feedback.

- *Trunk Endurance* was evaluated by using the Ito, Shirado method³⁶. Flexor endurance was assessed at first. Patients started the test in supine position and they should raise their lower extremities with 90° flexion of the hip and knees joints. For extensor muscles, participants should be in prone position while holding their sternum off the floor. Subjects must maintain these positions as long as possible in both tests.

Statistical analysis

Values of descriptive variables were calculated in order to characterize the two groups. Student's *t* test for independent samples was used to compare the characteristics of GLG and CSG at baseline. Distribution of data was checked using the Kolmogorov-Smirnov test with Lilliefors significance.

The analysis of variance (ANOVA) for repeated measures was used to calculate the effects of the treatment on the physical fitness outcomes. Paired *t* test was calculated in order to estimate the changes of both groups comparing from baseline.

In addition to the efficacy analysis, which comprises the participants who took at least 80% of the doses and completed the task, an intent-to-treat analysis was performed. It comprises the 64 initial participants. Data of all participants that came to the post-treatment measures were utilized, including data coming from the people who did not take at least 80% of the doses (*n*=10). Post-treatment data of the remainder of the sample (*n*=6) was imputed according to the mean change of their group. The level of significance was set at *p*<.05. Analyses were performed using SPSS software (version 21).

Results

Characteristics of participants at baseline are shown in table I. No statistically significant difference was observed between GLG and CSG at baseline.

Initially, 64 women were randomly allocated in 2 equal groups. However, final sample comprised 48 women: 25 belonging to GLG and 23 belonging to CSG. Starting from these 64 patients, a total of 5 participants of each group did not took at least 80% of the dose and were excluded; 1 subject decided not to start the treatment after the randomization was performed; another woman did not answer the calls and

Table I
Characteristics at baseline of the two groups

	GLG (n=25)	CSG (n=23)	p
Age (years)	56.25 (8.05)	53.62 (11.75)	.367
Height (cm)	157.16 (4.63)	156.13 (6.16)	.514
Weight (kg)	64.21 (9.87)	61.50 (13.50)	.429
Muscular mass (%)	62.00 (7.31)	64.76 (8.77)	.245
Fat mass (%)	34.80 (7.67)	32.33 (7.92)	.285
BMI	26.00 (3.82)	25.20 (4.83)	.522
Date when fibromyalgia symptoms started	1993 (12.09)	1992 (12.76)	.652

*Values expressed as mean (SD). BMI: Body Mass Index. GLG: *Ganoderma lucidum* group. CSG: *Ceratonia siliqua* group.

was lost; 2 women considerably changed their usual therapies and were excluded too; 1 woman was not able to complete physical fitness tests because she had an acute musculoskeletal injury; 1 woman did not show up when measurements was performed (Fig. 1). Finally, 48 women were included in the efficacy analysis (GLG=25; CSG=23), whereas 64 (GLG=32; CSG=32) were taken in consideration of intent to treat analysis.

Effects of GLG and CSG on physical fitness are represented in table II. After the 6-week treatment period, a statistically significant difference in aerobic endurance was observed between both groups ($p<.05$). Furthermore, GLG obtained significant improvements ($p<.05$) in lower body flexibility and velocity in efficacy analysis compared with CSG. However, only the improvement in lower body flexibility was significant in the intent to treat analysis (Table III).

Discussion

The main finding of the current paper was that 6g/day of GL for 6 weeks improved the physical fitness of women suffering from FM. Specifically, we observed improvements on aerobic endurance, walking velocity, and lower limb flexibility. On the other hand, CS seemed to be rather ineffective in improving physical fitness in FM patients. To our knowledge, this is the first study that assesses the effects of CS and/or GL on physical condition in FM patients.

Given the lack of studies about the potential mechanism of GL and CS in physical fitness, it is difficult to explain how GL may improve aerobic endurance, velocity, or flexibility. The best explanation based on previous studies is the antioxidant effect^{37,38}. In addition, the oxidative/antioxidative status was suggested to be a critical factor in physical and mental health of FM patients^{28,39}. However, both GL and CS are antioxidant sources. Therefore, based on our results, there can be no assurance that the reported improvements are caused by an antioxidant effect. In this context, further

researches on the physiological effects of GL in the physical condition are needed.

Although the current study is not able to precisely explain how physical condition is improved, the relevance of our findings is very large. To our knowledge, this is the first study that investigates the effects of GL and/or CS on the physical fitness of a population with a specific disease. Therefore, this study lays the foundation for future research focused on the GL effects on physical fitness in pathologies characterized by poor physical conditioning. At the same time, findings from the previous study in cyclists are confirmed²². In this way, the current study is also an important entry point for future studies on the effects of GL in sport performance.

The relevance of the physical condition in women suffering from FM is widely known. In fact, it is closely related with the satisfaction with life and wellbeing⁴⁰, because it is obviously related with the ability of perform activities of daily living. Furthermore, aerobic endurance and flexibility are extremely related with HRQoL. The reported treatment effect in velocity is higher than the minimal real change, which was calculated in patients with chronic pain (osteoarthritis) and it was 0.07 m/s³⁴.

Safety of both GL and CS were also demonstrated in the current paper. A total of 10 participants did not complete the minimum 80% of the treatment. Of these, 5 belonged to the GLG and other 5 to the CSG, which means a 15.63% of the total sample. The most common complaint in those 10 participants were mild nausea, diarrhea, discomfort, and nervousness. Some participants opined that the reason of those reactions were the bad taste. In all cases the reactions were mild or moderate and the participants were asked to reduce the dose to 3 grams per day. However, no one of the patients that reduced the dose were able to continue the treatment and all of them ceased it. This could suggest that the daily amount of GL and CS is not the cause of those complaints.

The current study has several limitations. The most important limitation is the lack of previous studies that

Table II
Effects of 6 weeks of GL vs CS treatment on physical conditioning

Outcome measure	Test	GLG			CSG								
		Mean (SD) at baseline	Mean (SD) after treatment	P ^a	Intra-Group Effect Size	Mean (SD) at baseline	Mean (SD) after treatment	P ^a	Intra-Group Effect Size	F	P ^b	Treatment effect Mean (95% CI)	Global Effect Size
Upper Body Strength	Right Handgrip (kg) GLG (n=25) CSG (n=23)	19.58 (4.98)	19.92 (4.33)	.601	-0.072	20.36 (4.09)	20.28 (5.68)	.910	0.016	0.201	.656	-0.42 (-1.47 to 2.32)	0.132
	Left Handgrip (kg) GLG (n=24) CSG (n=23)	18.33 (4.92)	18.91 (3.85)	.482	-0.131	18.73 (3.99)	19.39 (5.11)	.420	-0.143	0.005	.946	0.07 (-2.37 to 2.21)	0.021
	Arm Curl Right (reps) GLG (n=25) CSG (n=23)	10.20 (3.55)	13.36 (4.04)	<.001	-0.830	10.09 (2.99)	12.91 (3.42)	.001	-0.877	0.145	.705	-0.34 (-1.43 to 2.09)	0.112
	Arm Curl Left (reps) GLG (n=24) CSG (n=23)	10.48 (4.11)	13.81 (4.40)	<.001	-0.782	10.41 (3.64)	12.67 (2.96)	.001	0.681	1.784	.188	-1.07 (-0.54 to 2.68)	0.398
	Back Scratch (cm) GLG (n=25) CSG (n=22)	-4.12 (10.99)	-3.80 (10.63)	.761	-0.029	-5.36 (8.71)	-5.86 (8.35)	.754	0.058	0.197	.659	-0.82 (-2.90 to 4.54)	0.133
	Chair Sit and Reach (cm) GLG (n=25) CSG (n=23)	-0.20 (8.69)	4.00 (9.85)	<.001	-0.452	-0.35 (9.39)	-2.22 (8.98)	.893	-0.014	9.060	.004	-4.06 (1.38 to 6.75)	0.887
Balance and agility	Timed-Up-Go (s) GLG (n=25) CSG (n=22)	7.29 (1.29)	6.85 (1.02)	.007	0.378	7.31 (1.10)	7.00 (1.30)	.329	0.257	0.144	.706	0.13 (-0.80 to 0.54)	0.113
Aerobic endurance	6 m Walking (m) GLG (n=25) CSG (n=22)	507.00 (73.88)	528.97 (72.08)	.006	-0.301	477.73 (79.69)	469.49 (120.45)	.643	0.080	4.260	.045	-30.19 (-6.33 to 66.75)	0.497
Lower body strength	Chair stand Test (reps) GLG (n=25) CSG (n=22)	10.26 (1.71)	11.14 (2.08)	.005	-0.462	10.22 (2.03)	10.86 (2.52)	.051	-0.279	0.343	.561	-0.25 (-0.59 to 1.08)	0.175
Velocity	20-m walk test (m/s) GLG (n=25) CSG (n=23)	3.35 (0.52)	3.54 (0.54)	.002	0.254	3.26 (0.42)	3.24 (0.52)	.883	-0.059	4.491	.040	0.30 (-0.72 to .11)	0.625

Table II (cont.)
Effects of 6 weeks of GL vs CS treatment on physical conditioning

Outcome measure	Test	GLG				CSG				Treatment effect Mean (95% CI)	Global Effect Size		
		Mean (SD) at baseline	Mean (SD) after treatment	P ^a	Intra-Group Effect Size	Mean (SD) at baseline	Mean (SD) after treatment	P ^a	Intra-Group Effect Size			F	
Balance, Eyes Open Firm Surface GLG (n=25)	Stability Index (°)	4.63 (1.68)	4.77 (1.42)	.478	-0.090	4.72 (1.62)	4.32 (2.26)	.238	0.203	2.066	.157	-0.54 (-0.21 to 1.30)	0.424
	Swing Index (°)	0.78 (0.59)	0.51 (0.24)	.021	0.599	0.73 (0.44)	0.62 (0.45)	.255	0.247	1.239	.271	0.16 (-0.43 to 0.12)	0.329
Balance Eyes Closed Firm Surface GLG (n=25)	Stability Index (°)	4.83 (1.50)	4.70 (1.61)	.591	0.083	4.66 (1.66)	4.20 (2.06)	.205	0.245	0.657	.422	-0.33 (-0.49 to 1.15)	0.239
	Swing Index (°)	1.19 (0.62)	0.99 (0.50)	.080	0.355	1.01 (0.56)	0.90 (0.45)	.136	0.216	0.348	.558	0.08 (-0.34 to 0.18)	0.174
Balance Eyes Open Unstable Surface GLG (n=25)	Stability Index (°)	4.02 (1.65)	4.14 (1.41)	.635	-0.078	3.97 (1.52)	4.38 (1.83)	.210	-0.243	0.483	.490	0.28 (-1.09 to 0.53)	0.205
	Swing Index (°)	1.42 (0.63)	1.26 (0.65)	.218	0.249	1.22 (0.44)	1.05 (0.37)	.001	0.418	0.008	.931	-0.01 (-0.26 to 0.29)	0.026
Eyes Closed on Unstable Surface GLG (n=25)	Stability Index (°)	4.90 (1.37)	4.92 (1.50)	.933	-0.013	4.57 (1.85)	4.89 (2.45)	.279	-0.147	0.469	.497	0.29 (-1.14 to 0.56)	0.202
	Swing Index (°)	3.22 (0.97)	3.22 (1.24)	.997	0.000	2.93 (1.07)	2.82 (.99)	.562	0.106	0.157	.693	-0.10 (-0.43 to 0.65)	0.117
Trunk Endurance GLG (n=25)	Abdominal (s)	46.18 (39.47)	54.55 (39.80)	.321	-0.211	39.45 (34.69)	41.49 (37.74)	.817	-0.056	0.272	.605	-6.33 (-18.19 to 30.87)	0.242
CSG (n=19)	Lumbar (s)	54.01 (40.84)	59.36 (45.81)	.666	-0.123	49.73 (41.22)	46.41 (40.75)	.777	0.081	0.261	.612	-8.66 (-25.58 to 42.92)	0.168

GLG: *ganoderma lucidum* group; CSG: *ceratonia siliqua* group; ^ap of t-test; ^bp-values of analysis of variance for repeated measures to compare differences between groups after treatment; CI: confidence interval.

Table III
Effects of 6 weeks of GL or CS treatments on physical conditioning. Intent-to-treat analysis

Outcome measure	Test	GLG (n=32)				CSG (n=32)							
		Mean (SD) at base line	Mean (SD) after treatment	P ^a	Intra-Group Effect Size	Mean (SD) at base line	Mean (SD) after treatment	P ^a	Intra-Group Effect Size	F	P ^b	Treatment effect Mean (95% CI)	Global Effect Size
Upper Body Strength	Right Handgrip (kg)	19.81 (4.87)	18.17 (4.82)	.885	0.338	19.98 (4.33)	18.51 (4.16)	.571	0.346	0.042	.838	0.28 (-1.92 to 1.37)	0.052
	Left Handgrip (kg)	18.17 (4.82)	18.56 (4.37)	.535	-0.084	18.51 (4.16)	19.47 (4.72)	.147	-0.215	0.399	.530	0.56 (-2.35 to 1.22)	0.160
	Right arm curl (reps)	9.76 (3.44)	12.82 (3.95)	.000	-0.826	9.06 (3.34)	12.45 (4.08)	.000	-0.909	0.182	.672	0.32 (-1.83 to 1.19)	0.108
	Left arm curl (reps)	10.36 (3.87)	13.65 (4.23)	.000	-0.811	9.92 (3.83)	12.65 (3.89)	.000	-0.707	0.674	.415	-0.56 (-0.80 to 1.93)	0.209
Upper Body Flexibility	Back Scratch (cm)	-4.00 (11.02)	-3.50 (10.87)	.560	-0.045	-5.00 (10.39)	-6.25 (10.55)	.282	0.119	1.514	.223	-1.74 (-1.09 to 4.58)	0.313
Lower body flexibility	Chair Sit and Reach (cm)	-0.28 (8.38)	3.02 (9.20)	.000	-0.375	-0.34 (11.62)	0.43 (10.16)	.397	-0.070	4.312	.044	-2.53 (0.06 to 4.99)	0.527
Balance and agility	Timed-Up-Go (s)	7.25 (1.18)	6.89 (1.05)	.010	0.322	7.43 (1.49)	7.18 (1.62)	.288	0.160	0.163	.688	0.09 (-0.64 to 0.42)	0.103
Aerobic endurance	Six minutes walking test (m)	505.59 (71.40)	524.76 (70.89)	.008	-0.269	484.46 (80.52)	474.79 (117.4)	.478	0.096	3.661	.060	-28.84 (-1.29 to 58.99)	0.486
Lower Body strength	Chair stand test (reps)	10.29 (1.72)	11.04 (2.03)	.007	-0.398	10.03 (2.40)	10.75 (2.81)	.003	-0.275	0.006	.940	-0.02 (-0.65 to 0.70)	0.020
Velocity	20-m walk test (m/s)	3.36 (0.50)	3.51 (0.56)	.006	-0.282	3.27 (0.47)	3.25 (0.58)	.808	0.037	3.581	.063	-0.15 (-0.01 to 0.33)	0.481
Balance Eyes Open Firm Surface	Stability Index(°)	4.60 (1.78)	4.82 (1.51)	.318	-0.133	4.60 (1.56)	4.49 (2.32)	.726	0.055	0.740	.393	-0.33 (-0.43 to 1.09)	0.218
	Swing Index(°)	0.79 (0.62)	0.53 (0.30)	.005	0.533	0.80 (0.51)	0.68 (0.58)	.087	0.219	1.628	.207	0.14 (-0.35 to 0.07)	0.324
Balance Eyes Closed Firm Surface	Stability Index(°)	4.93 (1.65)	4.84 (1.77)	.660	0.052	4.64 (1.65)	4.37 (1.94)	.330	0.149	0.268	.607	-0.17 (-0.50 to 0.86)	0.131
	Swing Index(°)	1.19 (0.68)	0.96 (0.49)	.037	0.388	1.08 (0.60)	0.93 (0.59)	.029	0.252	0.306	.582	0.07 (-0.31 to 0.17)	0.141
Balance Eyes Open Unstable Surface	Stability Index(°)	4.18 (1.59)	4.41 (1.50)	.311	-0.148	3.93 (1.42)	4.35 (1.74)	.117	-0.264	0.279	.599	0.18 (-0.88 to 0.51)	0.134
	Swing Index(°)	1.42 (0.59)	1.25 (0.60)	.105	0.285	1.30 (0.53)	1.16 (0.67)	.029	0.231	0.078	.781	0.03 (-0.27 to 0.20)	0.078

Table III (cont.)
Effects of 6 weeks of GL or CS treatments on physical conditioning. Intent-to-treat analysis

Outcome measure	Test	GLG (n=32)			CSG (n=32)			F	P ^b	Treatment effect Mean (95% CI)	Global Effect Size
		Mean (SD) at base line	Mean (SD) after treatment	P ^a	Intra-Group Effect Size	Mean (SD) at base line	Mean (SD) after treatment				
Eyes Closed on Unstable Surface	Stability Index(°)	4.97 (1.48)	5.02 (1.54)	.845	-0.033	4.60 (1.68)	4.93 (2.18)	0.681	.413	0.28 (-0.96 to 0.40)	0.210
	Swing Index(°)	3.32 (1.02)	3.32 (1.24)	.995	0.000	2.98 (1.00)	2.95 (1.13)	0.013	.910	-0.02 (-0.42 to 0.48)	0.029
Trunk Endurance	Abdominal(s)	45.55 (36.52)	53.90 (36.98)	.209	-0.227	36.36 (34.10)	40.62 (37.16)	0.235	.630	-4.09 (-12.78 to 20.96)	0.123
	Lumbar(s)	53.82 (38.69)	58.86 (44.09)	.598	-0.121	47.66 (39.08)	49.17 (41.05)	0.079	.780	-3.54 (-21.71 to 28.80)	0.071

GLG: *ganoderma lucidum* group; CSG: *ceratonia siliqua* group; ^ap of t-test; ^bp-values of analysis of variance for repeated measures to compare differences between groups after treatment; CI: confidence interval.

could explain the mechanisms under the differences observed. In addition, given that the two treatments were antioxidant sources, it is impossible to conclude whether the changes are based on the antioxidant effects or not. The second is the lack of knowledge about the most adequate dose of both GL and CS in adult women. Furthermore, the dose and indications of both treatments had to be the same in order to keep the double-blind. Third, duration of the treatment could be insufficient to increase some physical fitness variables. Finally, although no statistically significant differences in many physical tests were observed, treatment effects could not be discarded due to the small sample size.

Despite all these limitations, it can be concluded that GL may be effective in improving endurance, lower body flexibility, and velocity. On the other hand, CS seemed to be ineffective in improving physical fitness in women suffering from FM. However, more studies with longer intervention periods and different doses of GL and CS are required. Similarly, further studies focused on the mechanisms under the reported improvements are needed.

Acknowledgments

The authors acknowledge Juan Andrés Oria de Rueda for the support in the study protocol design. The company “MundoReishi” provided the *Ganoderma lucidum* and *Ceratonia siliqua* utilized in the study. The author DCM was supported by a Predoctoral Fellowship from the “Fundación Tatiana Pérez de Guzmán el Bueno”. The authors acknowledge the assistance of the local associations of Palencia, Salamanca and Chi- piona.

Conflict of Interest

The authors declare there are not competing financial interests existing.

References

1. Wolfe F, Smythe HA, Yunus MB, *et al.* The american-college-of-rheumatology 1990 criteria for the classification of fibromyalgia - report of the multicenter criteria committee. *Arthritis and rheumatism* 1990; 33(2): 160-72.
2. Bennett RM, Jones J, Turk DC, Russell IJ, Matallana L. An internet survey of 2,596 people with fibromyalgia. *Bmc Musculoskeletal Disorders* 2007; 8.
3. Wilson HD, Robinson JP, Turk DC. Toward the Identification of Symptom Patterns in People With Fibromyalgia. *Arthritis & Rheumatism-Arthritis Care & Research* 2009; 61(4): 527-34.
4. Branco JC, Bannwarth B, Failde I, *et al.* Prevalence of Fibromyalgia: A Survey in Five European Countries. *Seminars in arthritis and rheumatism* 2010; 39(6): 448-53.
5. Aparicio VA, Segura-Jimenez V, Alvarez-Gallardo IC, *et al.* Fitness Testing in the Fibromyalgia Diagnosis: The al-Andalus Project. *Medicine and science in sports and exercise* 2015; 47(3): 451-9.

6. Aparicio VA, Carbonell-Baeza A, Ruiz JR, *et al.* Fitness testing as a discriminative tool for the diagnosis and monitoring of fibromyalgia. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 2013; 23(4): 415-23.
7. Segura-Jimenez V, Aparicio VA, Alvarez-Gallardo IC, Carbonell-Baeza A, Tornero-Quinones I, Delgado-Fernandez M. Does body composition differ between fibromyalgia patients and controls? The al-Andalus project. *Clinical and experimental rheumatology* 2015; 33(1 Suppl 88): 25-32.
8. Rusu C, Gee ME, Lagace C, Parlor M. Chronic fatigue syndrome and fibromyalgia in Canada: prevalence and associations with six health status indicators. *Health promotion and chronic disease prevention in Canada* 2015; 35(1): 3-11.
9. Everson-Hock ES, Green MA, Goyder EC, *et al.* Reducing the impact of physical inactivity: evidence to support the case for targeting people with chronic mental and physical conditions. *Journal of public health* 2015.
10. Gusi N, Tomas-Carus P, Hakkinen A, Hakkinen K, Ortega-Alons A. Exercise in waist-high warm water decreases pain and improves health-related quality of life and strength in the lower extremities in women with fibromyalgia. *Arthritis & Rheumatism-Arthritis Care & Research* 2006; 55(1): 66-73.
11. Busch AJ, Schachter CL, Overend TJ, Peloso PM, Barber KAR. Exercise for fibromyalgia: A systematic review. *Journal of Rheumatology* 2008; 35(6): 1130-44.
12. Shaver JL, Wilbur J, Lee H, Robinson FP, Wang E. Self-Reported Medication and Herb/Supplement Use by Women with and without Fibromyalgia. *Journal of Womens Health* 2009; 18(5): 709-16.
13. Batra P, Sharma AK, Khajuria R. Probing Lingzhi or Reishi Medicinal Mushroom Ganoderma lucidum (Higher Basidiomycetes): A Bitter Mushroom with Amazing Health Benefits. *International journal of medicinal mushrooms* 2013; 15(2): 127-43.
14. Liang Z, Yi Y, Guo Y, Wang R, Hu Q, Xiong X. Chemical characterization and antitumor activities of polysaccharide extracted from Ganoderma lucidum. *International journal of molecular sciences* 2014; 15(5): 9103-16.
15. Pan D, Zhang D, Wu J, *et al.* Antidiabetic, antihyperlipidemic and antioxidant activities of a novel proteoglycan from ganoderma lucidum fruiting bodies on db/db mice and the possible mechanism. *PLoS one* 2013; 8(7): e68332.
16. Akbar R, Yam WK. Interaction of ganoderic acid on HIV related target: molecular docking studies. *Bioinformation* 2011; 7(8): 413-7.
17. Li Y, Yang Y, Fang L, Zhang Z, Jin J, Zhang K. Anti-hepatitis activities in the broth of Ganoderma lucidum supplemented with a Chinese herbal medicine. *The American journal of Chinese medicine* 2006; 34(2): 341-9.
18. Yoon HM, Jang KJ, Han MS, *et al.* Ganoderma lucidum ethanol extract inhibits the inflammatory response by suppressing the NF-kappaB and toll-like receptor pathways in lipopolysaccharide-stimulated BV2 microglial cells. *Experimental and therapeutic medicine* 2013; 5(3): 957-63.
19. Zhang W, Tao J, Yang X, *et al.* Antiviral effects of two Ganoderma lucidum triterpenoids against enterovirus 71 infection. *Biochemical and biophysical research communications* 2014; 449(3): 307-12.
20. Zhang W, Zhang Q, Deng W, *et al.* Neuroprotective effect of pretreatment with ganoderma lucidum in cerebral ischemia/reperfusion injury in rat hippocampus. *Neural regeneration research* 2014; 9(15): 1446-52.
21. Tran HB, Yamamoto A, Matsumoto S, *et al.* Hypotensive effects and angiotensin-converting enzyme inhibitory peptides of reishi (Ganoderma lingzhi) auto-digested extract. *Molecules* 2014; 19(9): 13473-85.
22. Rossi P, Buonocore D, Altobelli E, *et al.* Improving Training Condition Assessment in Endurance Cyclists: Effects of Ganoderma lucidum and Ophiocordyceps sinensis Dietary Supplementation. *Evidence-based complementary and alternative medicine : eCAM* 2014; 2014: 979613.
23. Zhonghui Z, Xiaowei Z, Fang F. Ganoderma lucidum polysaccharides supplementation attenuates exercise-induced oxidative stress in skeletal muscle of mice. *Saudi journal of biological sciences* 2014; 21(2): 119-23.
24. Zhao H, Zhang Q, Zhao L, Huang X, Wang J, Kang X. Spore Powder of Ganoderma lucidum Improves Cancer-Related Fatigue in Breast Cancer Patients Undergoing Endocrine Therapy: A Pilot Clinical Trial. *Evidence-based complementary and alternative medicine : eCAM* 2012; 2012: 809614.
25. El Hajaji H, Lachkar N, Alaoui K, *et al.* Antioxidant activity, phytochemical screening, and total phenolic content of extracts from three genders of carob tree barks growing in Morocco. *Arabian Journal of Chemistry* 2011; 4(3): 321-4.
26. Yousif AK, Alghzawi HM. Processing and characterization of carob powder. *Food chemistry* 2000; 69(3): 283-7.
27. Agrawal A, Mohan M, Kasture S, *et al.* Antidepressant activity of Ceratonia siliqua L. fruit extract, a source of polyphenols. *Natural product research* 2011; 25(4): 450-6.
28. Rossi A, Di Lollo AC, Guzzo MP, *et al.* Fibromyalgia and nutrition: what news? *Clinical and experimental rheumatology* 2015; 33(1 Suppl 88): S117-25.
29. Ruiz-Ruiz J, Mesa JLM, Gutierrez A, Castillo MJ. Hand size influences optimal grip span in women but not in men. *Journal of Hand Surgery-American Volume* 2002; 27A(5): 897-901.
30. Rikli RE, Jones CJ. Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *Journal of Aging and Physical Activity* 1999; 7(2): 129-61.
31. Park DC, Glass JM, Minear M, Crofford LJ. Cognitive function in fibromyalgia patients. *Arthritis and rheumatism* 2001; 44(9): 2125-33.
32. Rikli RE, Jones CJ. Senior fitness test manual: Human Kinetics; 2013.
33. Podsiadlo D, Richardson S. The timed up and go - a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society* 1991; 39(2): 142-8.
34. Motyl JM, Driban JB, McAdams E, Price LL, McAlindon TE. Test-retest reliability and sensitivity of the 20-meter walk test among patients with knee osteoarthritis. *BMC musculoskeletal disorders* 2013; 14: 166.
35. Alias HA, Justine M. The impact of a submaximal level of exercise on balance performance in older persons. *TheScientificWorldJournal* 2014; 2014: 986252.
36. Ito T, Shirado O, Suzuki H, Takahashi M, Kaneda K, Strax TE. Lumbar trunk muscle endurance testing: An inexpensive alternative to a machine for evaluation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 1996; 77(1): 75-9.
37. Lamprecht M, Hofmann P, Greilberger JF, Schwaberg G. Increased lipid peroxidation in trained men after 2 weeks of antioxidant supplementation. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism* 2009; 19(4): 385-99.
38. Gomez-Cabrera MC, Borrás C, Pallardo FV, Sastre J, Ji LL, Vina J. Decreasing xanthine oxidase-mediated oxidative stress prevents useful cellular adaptations to exercise in rats. *The Journal of physiology* 2005; 567(Pt 1): 113-20.
39. La Rubia M, Rus A, Molina F, Del Moral ML. Is fibromyalgia-related oxidative stress implicated in the decline of physical and mental health status? *Clinical and experimental rheumatology* 2013; 31(6 Suppl 79): S121-7.
40. Juuso P, Skar L, Olsson M, Soderberg S. Meanings of feeling well for women with fibromyalgia. *Health care for women international* 2013; 34(8): 694-706.



Original/*Alimentos funcionales*

Novel insights on intake of meat and prevention of sarcopenia: all reasons for an adequate consumption

Mariangela Rondanelli¹, Simone Perna¹, Milena Anna Faliva¹, Gabriella Peroni¹, Vittoria Infantino¹ and Raffaella Pozzi¹

¹University of Pavia, Department of Public Health, Experimental and Forensic Medicine, Section of Human Nutrition, Endocrinology and Nutrition Unit, Azienda di Servizi alla Persona, Pavia, Italy.

Abstract

Introducción: sarcopenia is defined as a syndrome characterized by progressive and generalized loss of muscle mass and strength. The main cause of sarcopenia is the alteration of protein metabolism, in which the proteolytic processes are not accompanied by an appropriate protein synthesis and muscle cells lose progressively the sensitivity to the anabolic stimulus. The most rational approach to delay the progression of sarcopenia and counteract the anabolic resistance is proper nutrition. Meat contains biologically active compounds, such as creatine, carnitine, Conjugated Linoleic Acid (CLA) which have significant impacts upon human protein metabolism.

Methods: we performed a narrative literature review to evaluate the till-now evidence regarding: 1. adequate intake of meat in elderly as a topic for prevention of sarcopenia; 2. the correct intake of biologically active compounds contain in meat, which have significant impacts upon human protein metabolism and so have beneficial effects on prevention of sarcopenia. This review included 62 eligible studies.

Results: the results demonstrated that in elderly the optimum diet therapy for the sarcopenia prevention and treatment, which must aim at achieving specific metabolic goals, must recommend the consumption of 113 g of meat (220 kcal; 30 g protein) five times a week.

Conclusion: in a varied and balanced diet, for preventing sarcopenia, it is recommended to assume meat 4-5 times a week (white meat 2 times per week, lean red meat less than 2 times per week, processed meat less than 1 time per week), as suggested in the diet pyramid for elderly.

(Nutr Hosp. 2015;32:2136-2143)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9638

Key words: Sarcopenia. Meat. Proteins. Amino acids. Creatine.

Correspondence: Mariangela Rondanelli.
Department of Public Health, Experimental and Forensic Medicine, School of Medicine, University of Pavia, Endocrinology and Nutrition Unit, Azienda di Servizi alla Persona di Pavia, Pavia, Italy.
E-mail: mariangela.rondanelli@unipv.it

Recibido: 14-VII-2015.
Aceptado: 14-VIII-2015.

NUEVOS CONOCIMIENTOS SOBRE EL CONSUMO DE CARNE EN LA PREVENCIÓN DE LA SARCOPENIA: TODOS LOS MOTIVOS DE UN CONSUMO ADECUADO

Resumen

Introducción: la sarcopenia se define como un síndrome caracterizado por la pérdida progresiva y generalizada de la masa muscular y de la fuerza. La principal causa de la sarcopenia es la alteración del metabolismo de las proteínas, en la que los procesos proteolíticos no van acompañados de una síntesis de proteínas y células musculares adecuadas, con lo que se pierde progresivamente la sensibilidad al estímulo anabólico. El enfoque más racional para retrasar la progresión de la sarcopenia y contrarrestar la resistencia anabólica es una nutrición adecuada. La carne contiene compuestos biológicamente activos, tales como creatina, carnitina y ácido linoleico conjugado (CLA) que tienen impactos significativos sobre el metabolismo de la proteína humana.

Métodos: se realizó una revisión de la literatura narrativa para evaluar la evidencia hasta ahora, en relación con: 1. ingesta adecuada de carne en ancianos como prevención de la sarcopenia; 2. la ingesta correcta de compuestos biológicamente activos que contiene la carne, que tienen impactos significativos sobre el metabolismo de la proteína humana y para así obtener efectos beneficiosos en la prevención de la sarcopenia. Esta revisión incluyó 62 estudios elegibles.

Resultados: los resultados demostraron que en personas de edad avanzada la terapia óptima con dieta para la prevención y tratamiento de la sarcopenia, que debe apuntar al logro de los objetivos metabólicos específicos, debe recomendar el consumo de 113 g de carne (220 kcal; 30 g de proteínas) cinco veces a la semana.

Conclusión: en una dieta variada y equilibrada, para prevenir la sarcopenia, se recomienda consumir la carne 4-5 veces a la semana (carne blanca 2 veces por semana, carne roja magra menos de 2 veces por semana, carne procesada menos de 1 vez por semana), como se sugiere en la pirámide de la dieta para personas mayores.

(Nutr Hosp. 2015;32:2136-2143)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9638

Palabras clave: Sarcopenia. Carne. Proteínas. Aminoácidos. Creatina.

Introduction

Sarcopenia is defined by the European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP)¹ as a syndrome characterized by progressive and generalized loss of muscle mass and strength. Sarcopenia is a major contributor to physical frailty in older adults, with a prevalence ranging from 5 to 50% in adults aged 60 y and older, depending upon age and the methodology used to define sarcopenia². In many elderly patients, the onset of sarcopenia is multi-factorial³. As in all body tissue, muscle proteins are subjected to a constant process of synthesis and degradation; in healthy adults (with an adequate protein intake according to their needs) this turnover is balanced, allowing to maintain a positive nitrogen balance and a constant muscle mass^{4,5}. Aging determines the imbalance of this process and the degradation of muscle protein tends to become higher than the synthesis. Several studies have reported as muscle protein synthesis in elderly subjects is reduced by 30% compared to the young and the catabolism is greatly increased, mainly because of the lack of physical activity⁶. In addition, the content of fatty tissue and connective fibrous increases in the muscle. In the etiopathogenesis of primary sarcopenia the main cause is the alteration of protein metabolism at the level of muscle tissue, in which the proteolytic processes are not accompanied by an appropriate protein synthesis within the physiological turnover and muscle cells lose progressively the sensitivity to the anabolic stimulus induced from the essential leucine and IGF-1 (Insulin-like Growth Factor) then the phenomenon known as “anabolic resistance” is manifested⁷.

This phenomenon may be associated with other hormonal, functional, nutritional factors, each of which may contribute to a greater or lesser extent, depending on the sex, age and clinical condition of the patient, in the progression of the disease itself, defining then the secondary sarcopenia⁸. In addition, the economic topic has a significant impact, as a greater adherence to the Mediterranean diet is inversely related to a high BMI, but leads to higher monetary cost, which in 2006 were estimated at 1.2 €/day⁹, due to the higher cost of meat and fish, compared to carbohydrates.

The more rationale approach to delay the progression of sarcopenia is based on the combination of proper nutrition and a regular exercise program¹⁰. An adequate intake of proteins (1,2 g/Kg/day) is essential to prevent sarcopenia¹¹ and improvement of quality of life¹².

After taking a meal containing protein, the degree of protein synthesis remains elevated for more than 5 hours, with a peak 2-3 hours after intake¹³. It has been shown that in adult subject an approximate dose of 15-20 grams of protein (or 7.5 grams of essential amino acids) is sufficient to stimulate the maximization of the degree of muscle protein synthesis¹⁴. Probably to obtain the same maximization of protein synthesis in the elderly compared to the young is required a larger amount of protein, probably 30 grams as shown by

Pennings B. *et al.*¹⁵. The bioavailability of the amino acids plays a decisive role in the regulation of protein metabolism in the elderly subject and it is for this reason that a nutritional therapy must necessarily be stretched to the recovery of muscle and sensitivity to the stimulus induced by the amino acids, going to fight the aforementioned “anabolic resistance”. Over the past few years, the analysis of the different nutritional strategies carried out in this direction has allowed us to define some key concepts, expressed recently by the position paper of the PROT-AGE Study group¹¹, that is: the recommended amount of protein intake for healthy elderly (1.2 g/kg/day); the recommended amount of protein intake for the elderly with acute or chronic pathology; the role of physical activity in association with dietary intake to maintain muscle strength and function in elderly; the practical aspects of administration of food proteins (source and quality of dietary protein, protein intake timing and energy intake).

Given this background, the aim of the present narrative review is to summarize the state of the art according to the extant literature about two topics: 1. adequate intake of meat in elderly as a topic for prevention of sarcopenia; 2. the correct intake of biologically active compounds contain in meat, such as creatine, carnitine, Conjugated Linoleic Acid (CLA), other than the nutrients iron and cobalamin, which have significant impacts upon human protein metabolism and so have beneficial effects on prevention of sarcopenia.

Methods

The present narrative review was performed following the steps by Egger *et al.*¹⁶. Table I showed the summary of methodology used. The flow diagram of narrative review of the literature has been reported in figure 1. At the beginning of each section, the keywords considered and the kind of studies chosen has been reported. Suitable for the narrative review were prospective cohort studies, randomized controlled trials (RCT), reviews, metanalysis, cross sectional studies, position paper which considered elderly with diagnosis of sarcopenia defined by the European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP)¹.

Results

Adequate intake of meat in elderly as a topic for prevention of sarcopenia

For this section 11 articles have been selected and discussed: 5 reviews, 5 Clinical Trial, 1 Cluster RCT.

Ingestion of sufficient dietary protein is a fundamental prerequisite for muscle protein synthesis and maintenance of lean muscle mass and function. Elderly are at increased risk of protein-energy malnutrition¹⁷.

Table I
Summary of methodology

<i>Step</i>	<i>General activities</i>	<i>Specific activities</i>
Step 1	configuration of a working group	three operators skilled in clinical nutrition: – one operator acting as a methodological operator – two participating as clinical operators
Step 2	formulation of the revision question	Evaluation of the state of the art on metabolic and nutritional correlates of sarcopenia and their nutritional treatment
Step 3	identification of relevant studies on Pub Med	– a) definition of the key words (sarcopenia, nutrients, dietary supplement), allowing the definition of the interest field of the documents to be searched, grouped in inverted commas (“...”) and used separately or in combination; – b) use of: the Boolean (a data type with only two possible values: true or false) AND operator, that allows the establishments of logical relations among concepts; – c) research modalities: advanced search; – d) limits: time limits: papers published in the last 20 years; humans; languages: English; – e) manual search performed by the senior researchers experienced in clinical nutrition through the revision of reviews and individual articles on sarcopenia in elderly published in journals qualified in the Index Medicus
Step 4	analysis and presentation of the outcomes	the data extrapolated from the revised studies was carried out in the form of a narrative review of the reports and were collocated in tables.

The meat is an excellent source of high quality proteins which are essential for optimal muscle and bone development¹⁸.

Moreover, meat contains a large quantity of essential amino acids: the intake of essential amino acids of meat, for the same weight, is higher than all other foods.

Between essential amino acids, in particular, the content of amino acid leucine is interesting, that stimulates protein synthesis through mTOR signal¹⁹.

It has been shown that a moderate intake of lean meat can increase protein synthesis in both young and elderly patients of both sexes²⁰.

In addition, some studies have shown a synergistic action between meat intake and resistance exercise to increase muscle mass in the elderly^{21,22}.

McLennan²¹ has been demonstrated in a group of elderly subjects, which undertook a lower limb resistance-training program while consuming a diet with 20% energy as protein delivered through 800g/week of red meat intake in combination with other sources of dietary protein, that, after 12 weeks, muscle performance significantly improved: leg muscle strength increased by more than 50% and muscle endurance about 30%.

Moreover, it has been demonstrated²² that a 113 g serving of lean beef (113g; 220 kcal; 30 g protein) increases muscle protein synthesis by approximately 50% in both young and older volunteers. Despite a 3-fold increase in protein and energy content, that has been no further increase in protein synthesis following ingestion of 340 g of lean beef (340 g; 660 kcal; 90 g protein) in either age groups.

Finally, recently it has been demonstrated that protein-enriched diet equivalent to $\sim 1.3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ achieved through lean red meat ($\sim 160 \text{ g}$ cooked to be consumed 6 d/wk) is safe and effective for enhancing the effects of progressive resistance training on lean tissue mass, muscle strength and reducing circulating IL-6 concentrations in elderly women²³.

In conclusion, since it has been demonstrated²² that a 113 g serving of lean beef (220 kcal; 30 g protein) increased muscle protein synthesis by approximately 50% in both young and older volunteers and since the most recent indications recommend an average consumption of meat and dairy products amounted to 142 grams per day²⁴, in elderly subjects lean meat should be consumed 4 or 5 times a week and only one or two of these occasions should resort to the red one.

The correct intake of biologically active compounds contain in meat, such as creatine, carnitine, CLA, other than the nutrients iron and cobalamin, which have significant impacts upon human protein metabolism and so have beneficial effects on prevention of sarcopenia.

Meat contains bioactive peptides capable of stimulating muscle growth²⁵.

Between these compounds, creatine, carnitine and Conjugated Linoleic Acid (CLA) are the most important for prevention of sarcopenia²⁶.

Finally, meat is the food that contains the greatest amount of highly bioavailable iron and vitamin B12 and the assumption of adequate amounts of both of these nutrients is useful in the prevention of sarcopenia²⁷.

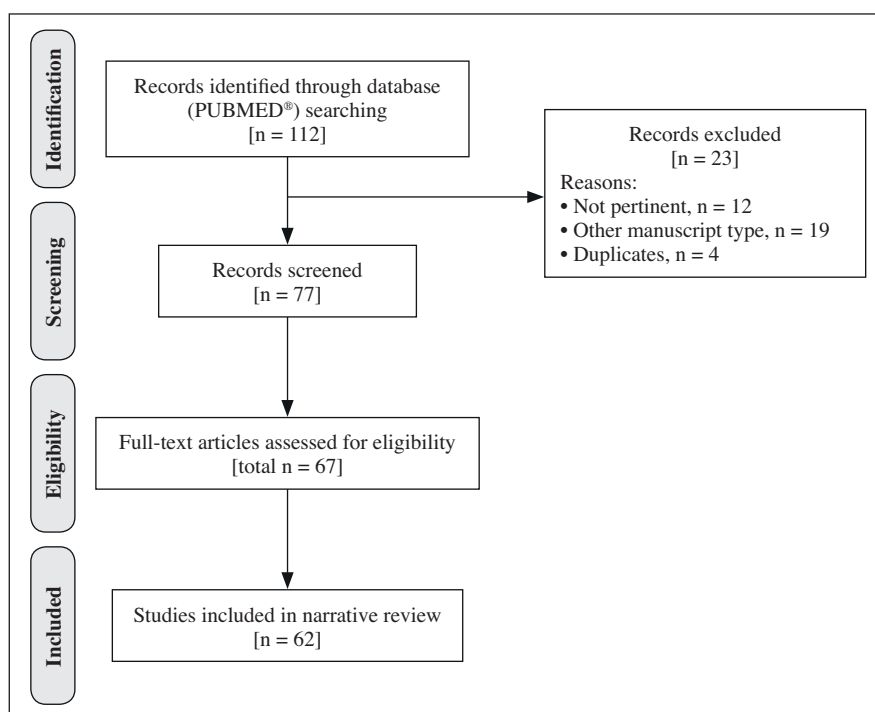


Fig. 1.—Flow diagram of narrative review of literature.

Creatine

For this section 33 articles have been selected and discussed: 5 reviews, 3 Clinical Trial, 1 Controlled Clinical Trial, 1 RCT, 1 Single Blind RCT, 13 Double Blind RCT, 2 Double Blind Cross-Over, 7 Observational Study.

Creatine is a guanidine-derived compound naturally produced in the body (i.e., 1-2grams/day)²⁸ from reactions involving the amino acids glycine, arginine and methionine²⁹ and consumed in the diet from red meat (i.e., 1-2grams/day)³⁰. Very little creatine is retained at the site of production. The majority of creatine is transported from areas of synthesis (i.e., liver, kidney) to areas of storage and utilization (i.e., skeletal muscle)³¹. Skeletal muscle contains approximately 95% of the entire creatine stored in the body^{32,33}.

Age-associated reductions in skeletal muscle creatine/phosphocreatine have been reported in some³⁴⁻³⁹, but not all studies⁴⁰⁻⁴².

It is unknown if this is an unavoidable consequence of aging (i.e. denervation, Type II fiber atrophy), related to physical activity (reduced physical activity or reduced intense physical activities that recruit type II fibers), decreased dietary creatine intake or if there are synergistic effects between these three factors.

Various studies have been published that included pre- and post-supplementation measures of muscle creatine in older adults^{38,43-45}.

Recent evidence suggests that creatine ingestion, in close proximity to resistance training, may be more beneficial than a creatine assumption held at any other time of day.

It has been demonstrated that consuming creatine immediately before (0.05 g kg⁻¹) and immediately after (0.05 g kg⁻¹) resistance training sessions (3 days/week, 10 weeks) resulted in greater whole-body muscle hypertrophy (2.0 ± 0.3 cm) compared to placebo (0.8 ± 0.3 cm) and resistance training in healthy older males⁴⁶. These results support previous findings of a significant increase in lean tissue mass (6%), type II muscle fiber area (29%) and insulin growth-factor I (78%) in adults (19-55 years) who ingested creatine before (0.03 g kg⁻¹) and after (0.03 g kg⁻¹) resistance training (6 days/week, 8 weeks)^{47,48}.

Among the studies that assessed muscle mass, the majority showed a greater increase in lean tissue accretion following creatine ingestion plus resistance training than resistance training alone^{44,49-51}.

The most typical finding is enhanced fatigue resistance, which has been demonstrated in many different studies using a variety of exercise tests^{38,42,52-55}. Some investigators have reported increased strength⁵⁴⁻⁵⁵, but this is not always found^{42,52}. Importantly, in later publications, investigators began to test for performance of activities of daily living (ADL) and demonstrated that creatine ingestion could improve the performance of daily tasks^{54,56,57}. The improvement in performance of ADLs is an important finding, due to the link between performance of ADLs, fall risk and mortality. Although only one study has reported changes in muscle creatine and muscle function in the same study³⁸ (in middle-aged), it does appear that creatine supplementation improves muscle function in older adults independently of exercise training.

A final benefit of combining creatine supplementation with resistance exercise is increased bone mineral content. Chilibeck *et al.*⁵⁸ showed a greater increase (3.2 vs. 1%) in bone mineral content in older men (71 year) following 12 weeks of creatine supplementation (0.3 g/kg for 5 days, 0.07 g/kg for 11 weeks) plus resistance training versus resistance training alone. Dalbo *et al.*⁵⁹ have stated that creatine supplementation is an effective intervention for combating sarcopenia.

In conclusion, an adequate creatine intake could represent an intriguing intervention to counteract sarcopenia, in particular fatigue related to sarcopenia.

Carnitine

For this section 10 articles have been selected and discussed: 6 reviews, 1 Clinical Trial, 1 Single Blind RCT, 2 RCT.

Carnitine, a trimethylated amino acid roughly similar in structure to choline, facilitates the transfer of activated long-chain fatty acids from the cytoplasm to the mitochondria, where they are processed by oxidation to produce ATP⁶⁰.

It is involved in the transfer of the products of peroxisomal beta-oxidation to the mitochondria and in the removal of short-chain and medium-chain fatty acids from these organelles, in which it is responsible for maintaining coenzyme A levels. Carnitine thus plays a central role in the metabolism of fatty acids and energy by regulating the mitochondrial ratio of free coenzyme A to acyl-coenzyme A.

The muscle is the most prominent carnitine depository as it stores about 95% of the total carnitine contained in the adult human body, showing a concentration 70-fold greater than that of the plasma. Carnitine is critical for normal skeletal muscle bioenergetics⁶¹ and indeed skeletal muscle is greatly affected in states of carnitine deficiency.

Approximately 75% of carnitine in the organism is derived from dietary source⁶² and red meat and dairy products are particularly rich in the amine, while 25% is synthesized in the liver and kidneys from lysine and methionine⁶³.

Animal by-products contain the highest amount of L-carnitine and these are, e.g. beef (139 mg per 100 g of dry weight), kangaroo meat (637 mg) and horse meat (423mg)⁶⁴.

Serum carnitine level is lower in vegetarians⁶⁵ and in patients on parenteral diet⁶⁶ than in omnivores, suggesting that serum carnitine is a potential marker of meat intake.

Carnitine has been tested as immunomodulating and antioxidant agents: in particular, carnitine supplementation has been shown to reduce chronic inflammation and oxidative stress⁶⁷.

Moreover, other chronic conditions like diabetes mellitus, heart failure, Alzheimer disease may cause carnitine deficiency, also observed in conditions with

increased catabolism as in critical illness, such as sarcopenia and cancer cachexia^{68,69}.

Conjugated Linoleic Acid

For this section 8 articles have been selected and discussed: 2 reviews, 4 RCT, 1 Double Blind RCT, 1 Cohort Study

Conjugated linoleic acid (CLA) is a naturally occurring fatty acid that is found in beef and dairy products; it has been reported that the mean CLA content in beef ranges between 1 and 19 mg/g lipid⁷⁰.

In some animal models, dietary CLA reduces carcinogenesis, decreases body fat, increases lean body mass, enhances feed efficiency, protects against oxidative stress, modulates circulating lipids and prevents impaired glucose tolerance in diabetes⁷¹.

One property that has been suggested to be responsible for CLA's bioactivity is its ability to act as an antioxidant. CLA has been shown to control oxidative status⁷².

Rahman⁷³ have already demonstrated that CLA can preserve age associated muscle loss in mice.

Another succeeding study by the same group⁷⁴ observed a slight rise of mitochondrial Reactive Oxygen Species (ROS) (expressed as H₂O₂) production in CLA isomers fed mice, compared to that of corn oil fed mice. However, mitochondrial ATP production and ROS neutralizing antioxidant enzymes production was also higher in CLA isomers supplemented groups than that of corn oil fed group. Elevated oxidative stress is closely linked to age associated sarcopenia. Oxidative damage occurs due to imbalance between oxidants and antioxidants systems, in favor of the former.

Finally, CLA has been reported to preserve the gastrocnemius muscle mass, by reducing TNF receptors in muscle⁷⁵.

It was suggested that CLA may preserve muscle mass, by reducing the catabolic effects of TNF- α on skeletal muscle. Resistance exercise therapy also improves muscle mass and strength by reducing the inflammatory state. Inflammation and oxidative stress promote catabolic stimuli, such as IL-6, IL-1, and TNF- α . Elevated levels of IL-6 carry a poor prognosis in older persons and cellular IL-6 is a significant predictor of sarcopenia in women⁷⁶. There are indications that cytokines, especially IL-1 β , TNF- α and IL-6, play a role in the pathogenesis of sarcopenia.

An interesting study was published in 2007 by Tar-nopolsky *et al.*⁵⁰ in which creatine supplementation has been associated with CLA.

In this study, lasted six months, volunteers (subjects with a mean age of approximately 70 years) were subjected to a program of exercise against resistance (isotonic) twice a week. The results show that, compared with placebo, supplementation with creatine + CLA in the elderly has fostered a significant improvement in lean body mass and a reduction in fat mass, a result

that provides additional perspectives as regards the modulation antiaging body composition.

Discussion

The traditional view of the role of meat has been greatly expanded in recent years beyond the horizon of nutritional subsistence of elderly: it is now recognized to be more than a source of nutrients for nourishment of elderly population. Meat contains biologically active compounds, such as carnitine, creatine, Conjugated Linoleic Acid, which have important physiological and biochemical functions and significant impacts upon human metabolism, nutrition and health.

Moreover, concerning the topic about meat intake and CVD, it is important to note the results of a meta-analysis by Micha *et al.*^{77,78} that examined more than a million subjects to identify the relationship between consumption of red meat and processed meat and the development of cardiovascular diseases and diabetes. Results of this meta-analysis reported that there is no association between consumption of red meat (one serving of 100 g/day) and the development of coronary heart disease or diabetes mellitus, while the relative risk (RR) increases considerably if the consumption of processed meat (a portion of 50 g/day) and the development of coronary heart disease or diabetes mellitus are related (RR 1:42 and 1:27 respectively).

Meat has the peculiarity to contain all the eight essential amino acids, without limitations and its proteins have high biological value. Therefore meat is an excellent source of proteins and contains a large quantity of amino acid leucine that stimulates protein synthesis through mTOR signal¹⁹.

Primary sarcopenia is mainly caused by an alteration of protein metabolism in the muscle tissue and due to the gradually loss of muscle cells to their sensitivity to the anabolic stimulus induced by leucine. In this case occurs the phenomenon defined as “anabolic resistance”⁷⁷.

It has been shown that a moderate intake of lean meat can increase protein synthesis in young and elderly patients of both sexes²⁰.

In addition, some studies have demonstrated that a synergistic action between meat intake and resistance exercises increases muscle mass in the^{21,22}.

It has been proved²² that a 113 g serving of lean beef (220 kcal; 30 g protein) increases muscle protein synthesis by approximately 50% in both young and old volunteers. Despite a 3-fold increase in protein and energy content, there has been no further increase in protein synthesis following ingestion of 340 g of lean beef (340 g; 660 kcal; 90 g protein) in either age groups.

In conclusion, in a varied and balanced diet, for preventing sarcopenia, it is recommended to assume meat 4-5 times a week (white meat 2 times per week, lean red meat less than 2 times per week, processed

meat less than 1 time per week) as suggested in the diet pyramid for elderly^{79,80}.

Author disclosure statement

No competing financial interests exist. There are not conflicts of interest.

References

1. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, *et al.* Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing* 2010; 39: : 412-23.
2. Abellan van Kan G. Epidemiology and consequences of sarcopenia. *J Nutr Health Aging* 2009; 13: 708-12.
3. Rondanelli M, Guido D, Opizzi A, Faliva MA, Perna S, Grassi M. A path model of sarcopenia on bone mass loss in elderly subjects. *J Nutr Health Aging* 2014; 18: 15-21.
4. Frontera W, Hughes VA, Fielding RA, Fiatarone MA, Evans WJ, Roubenoff R. Aging of skeletal muscle: a 12 year longitudinal study. *J Appl Physiol* 2000; 88: 1321-6.
5. Delmonico M, Harris TB, Lee JS, Visser M, Nevitt M, Kritchevsky SB, Tylavsky FA, Newman AB. Alternative definitions of sarcopenia, lower extremity performance, and functional impairment with aging in older men and women. *J Am Geriatr Soc* 2007; 55: 769-74.
6. Paddon-Jones D. Interplay of stress and physical inactivity on muscle loss: nutritional countermeasures. *J Nutr* 2006; 136: 2123-6.
7. Dardevet D, Rémond D, Peyron MA, Papet I, Savary-Auzeloux I, Mosoni L. Muscle wasting and resistance of muscle anabolism: the “anabolic threshold concept” for adapted nutritional strategies during sarcopenia. *ScientificWorldJournal* 2012; 269531.
8. Kumar V, Abbas AK, Aster JC. Robbins and Cotran Pathologic basis of disease. In: WB Saunders, editors. 8th ed. 2009; 9.
9. Schröder H, Marrugat J, Covas MI. High monetary costs of dietary patterns associated with lower body mass index: a population-based study. *Int J Obes (Lond)* 2006; 30: 1574-9.
10. Rondanelli M, Faliva MA, Monteferrario F, Peroni G, Repaci E, Allieri F, Perna S. Novel insights on nutrient management of sarcopenia in elderly. *Biomed Res Int* 2014; doi: org/10.1155/2015/524948
11. Bauer J, Biolo G, Cederholm T, Cesari M, Cruz-Jentoft AJ, Morley JE, *et al.* Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: a position paper from the PROT-AGE Study Group. *J Am Med Dir Assoc* 2013; 14: 542-59.
12. Solerte SB, Gazzaruso C, Bonacasa R, Rondanelli M, Zamboni M, Basso C, Locatelli E, Schifano N, Giustina A, Fioravanti M. Nutritional supplements with oral amino acid mixtures increases whole-body lean mass and insulin sensitivity in elderly subjects with sarcopenia. *Am J Cardiol* 2008; 101: 69E-77E.
13. Moore DR, Tang JE, Burd NA, Rerечich T, Tamopolsky MA, Phillips SM. Differential stimulation of myofibrillar and sarcoplasmic protein synthesis with protein ingestion at rest and after resistance exercise. *J Physiol* 2009; 587: 897-904.
14. Bohé J, Low A, Wolfe RR, Rennie MJ. Human muscle protein synthesis is modulated by extracellular, not intramuscular amino acid availability: a dose-response study. *J Physiol* 2003; 552: 315-24.
15. Pennings B, Groen B, De Lange A, Gijzen AP, Zorenc AH, Senden JM, Van Loon LJ (2012). Amino acid absorption and subsequent muscle protein accretion following graded intakes of whey protein in elderly men. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 302 (8): E992-9.
16. Egger M, Dickersin K, Davey Smith G. Problems and limitations in conducting systematic reviews. In: Egger M, Davey

- Smith G, Altman DG, editors. Systematic reviews in health care: meta-analysis in context. 2nd ed. London: BMJ Books; 2001.
17. Campbell WW, Trappe TA, Wolfe RR, Evans WJ. The recommended dietary allowance for protein may not be adequate for older people to maintain skeletal muscle. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001; 56: M373-80.
18. Millward DJ, Layman D, Tomé D, Schaafsma G. Protein quality assessment: impact of expanding understanding of protein and amino acid needs for optimal health. *Am J Clin Nutr* 2008; 87: 1576S-81S.
19. Du M, Shen QW, Zhu MJ, Ford SP. Leucine stimulates mammalian target of rapamycin signaling in C2C12 myoblasts in part through inhibition of adenosine monophosphate-activated protein kinase. *J Anim Sci* 2007; 85: 919-27.
20. Symons TB, Schutzler SE, Cocke TL, Chinkes DL, Wolfe RR, Paddon-Jones D. Aging does not impair the anabolic response to a protein-rich meal. *Am J Clin Nutr* 2007; 86: 451-6.
21. McLennan PL, Tapsell LC, Owen AJ, Gutteridge IF. The influence of red meat intake upon the response to a resistance exercise-training program in older Australians. *Asia Pac J Clin Nutr* 2003; 12: S17.
22. Symons TB, Sheffield-Moore M, Wolfe RR, Paddon-Jones D. Moderating the portion size of a protein-rich meal improves anabolic efficiency in young and elderly. *J Am Diet Assoc* 2009; 109: 1582-6.
23. Daly RM, O'Connell SL, Mundell NL, Grimes CA, Dunstan DW, Nowson CA. Protein-enriched diet, with the use of lean red meat, combined with progressive resistance training enhances lean tissue mass and muscle strength and reduces circulating IL-6 concentrations in elderly women: a cluster randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 2014; 99: 899-910.
24. McNeill S, Van Elswyk ME. Red meat in global nutrition. *Meat Sci* 2012; 92: 166-73.
25. Young JF, Therkildsen M, Ekstrand B, Che BN, Larsen MK, Oksbjerg N, Stagsted J. Novel aspects of health promoting compounds in meat. *Meat Sci* 2013; 95: 904-11.
26. Candow DG. Sarcopenia: current theories and the potential beneficial effect of creatine application strategies. *Biogerontology* 2011; 12: 273-81.
27. Johnson MA, Dwyer JT, Jensen GL, Miller JW, Speakman JR, Starke-Reed P, Volpi E. Challenges and New Opportunities for Clinical Nutrition Interventions in the Aged. *J Nutr* 2011; 141: 535-41.
28. Walker JB. Creatine: biosynthesis, regulation and function. *Adv Enzymol Relat Areas Mol Biol* 1979; 50: 177-242.
29. Wyss M, Kaddurah-Daouk R. Creatine and creatinine metabolism. *Physiol Rev* 2000; 80: 1107-213.
30. Lykken GI, Jacob RA, Munoz JM, Sandstead HH. A mathematical model of creatine metabolism in normal males-comparison between theory and experiment. *Am J Clin Nutr* 1980; 33: 2674-85.
31. Persky AM, Brazeau GA. Clinical pharmacology of the dietary supplement creatine monohydrate. *Pharmacol Rev* 2001; 53: 161-76.
32. Green AL, Hultman E, Macdonald IA, Sewell DA, Greenhaff PL. Carbohydrate ingestion augments skeletal muscle creatine accumulation during creatine supplementation in humans. *Am J Physiol* 1996; 271: E821-6.
33. Greenhaff PL, Casey A, Short AH, Harris R, Soderland K, Hultman E. Influence of oral creatine supplementation on muscle torque during repeated bouts of maximal voluntary exercise in man. *Clin Sci (Lond)* 1993; 84: 565-71.
34. Möller P, Bergström J, Fürst P, Hellström K. Effect of aging on energy-rich phosphagens in human skeletal muscles. *Clin Sci (Lond)* 1980; 58: 553-5.
35. Forsberg AM, Nilsson E, Werneman J, Bergström J, Hultman E. Muscle composition in relation to age and sex. *Clin Sci (Lond)* 1991; 81: 249-56.
36. McCully KK, Forcica MA, Hack LM, Donlon E, Wheatley RW, Oatis CA, Goldberg T, Chance B. Muscle metabolism in older subjects using ³¹P magnetic resonance spectroscopy. *Can J Physiol Pharmacol* 1991; 69: 576-80.
37. McCully KK, Fielding RA, Evans WJ, Leigh JS Jr, Posner JD. Relationships between in vivo and in vitro measurements of metabolism in young and old human calf muscles. *J Appl Physiol* 1993; 75: 813-9.
38. Smith SA, Montain SJ, Matott RP, Zientara GP, Jolesz FA, Fielding RA. Creatine supplementation and age influence muscle metabolism during exercise. *J Appl Physiol* 1998; 85: 1349-56.
39. Campbell WW, Barton ML Jr, Cyr-Campbell D, Davey SL, Beard JL, Parise G, Evans WJ. Effects of an omnivorous diet compared with a lactoovo vegetarian diet on resistance-training-induced changes in body composition and skeletal muscle in older men. *Am J Clin Nutr* 1999; 70: 1032-9.
40. Conley KE, Jubrias SA, Esselman PC. Oxidative capacity and ageing in human muscle. *J Physiol* 2000; 526: 203-10.
41. Kent-Braun JA, Ng AV. Skeletal muscle oxidative capacity in young and older women and men. *J Appl Physiol* 2000; 89: 1072-8.
42. Rawson ES, Wehnert ML, Clarkson PM. Effects of 30 days of creatine ingestion in older men. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1999; 80: 139-44.
43. Rawson ES, Clarkson PM, Price TB, Miles MP. Differential response of muscle phosphocreatine to creatine supplementation in young and old subjects. *Acta Physiol Scand* 2002; 174: 57-65.
44. Brose A, Parise G, Tarnopolsky MA. Creatine supplementation enhances isometric strength and body composition improvements following strength exercise training in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2003; 58: 11-9.
45. Eijnde BO, Van Leemputte M, Goris M, Labarque V, Taes Y, Verbessem P, et al. Effects of creatine supplementation and exercise training on fitness in men 55-75 yr old. *J Appl Physiol* 2003; 95: 818-28.
46. Candow DG, Chilibeck PD. Timing of creatine or protein supplementation and resistance training in the elderly. *Appl Physiol Nutr Metab* 2008; 33: 184-90.
47. Burke DG, Chilibeck PD, Parise G, Candow DG, Mahoney D, Tarnopolsky MA. Effect of creatine and weight training on muscle creatine and performance in vegetarians. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35: 1946-55.
48. Burke DG, Candow DG, Chilibeck PD, MacNeil LG, Roy BD, Tarnopolsky MA, Ziegenfuss T. Effect of creatine supplementation and resistance-exercise training on muscle insulin-like growth factor in young adults. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2008; 18: 389-98.
49. Chrusch MJ, Chilibeck PD, Chad KE, Davison KS, Burke DG. Creatine supplementation combined with resistance training in older men. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33: 2111-7.
50. Tarnopolsky M, Zimmer A, Paikin J, Safdar A, Aboud A, Pearce E, Roy B, Doherty T. Creatine monohydrate and conjugated linoleic acid improve strength and body composition following resistance exercise in older adults. *PLoS One* 2007; 2: e991.
51. Candow DG, Little JP, Chilibeck PD, Abeysekara S, Zello GA, Kazachkov M, Cornish SM, Yu PH. Low-dose creatine combined with protein during resistance training in older men. *Med Sci Sports Exerc* 2008; 40: 1645-52.
52. Rawson ES, Clarkson PM. Acute creatine supplementation in older men. *Int J Sports Med* 2000; 21: 71-5.
53. Wiroth JB, Bermon S, Andrei S, Dalloz E, Hebuterne X, Dolisi C. Effects of oral creatine supplementation on maximal pedalling performance in older adults. *Eur J Appl Physiol* 2001; 84: 533-9.
54. Gotshalk LA, Volek JS, Staron RS, Denegar CR, Hagerman FC, Kraemer WJ. Creatine supplementation improves muscular performance in older men. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34: 537-43.
55. Stout JR, Sue Graves B, Cramer JT, Goldstein ER, Costa PB, Smith AE, Walter AA. Effects of creatine supplementation on the onset of neuromuscular fatigue threshold and muscle strength in elderly men and women (64-86 years). *J Nutr Health Aging* 2007; 11: 459-64.
56. Gotshalk LA, Kraemer WJ, Mendonca MA, Vingren JL, Kenney AM, Spiering BA, Hatfield DL, Fragala MS, Volek JS. Creatine supplementation improves muscular performance in older women. *Eur J Appl Physiol* 2008; 102: 223-31.

57. Cañete S, San Juan AF, Pérez M, Gómez-Gallego F, López-Mojares LM, Earnest CP, Fleck SJ, Lucia A. Does creatine supplementation improve functional capacity in elderly women? *J Strength Cond Res* 2006; 20: 22-8.
58. Chilibeck PD, Chrusch MJ, Chad KE, Shawn Davison K, Burke DG. Creatine monohydrate and resistance training increase bone mineral content and density in older men. *J Nutr Health Aging* 2005; 9: 352-3.
59. Dalbo VJ, Roberts MD, Lockwood CM, Tucker PS, Kreider RB, Kerksick CM. The effects of age on skeletal muscle and the phosphocreatine energy system: can creatine supplementation help older adults. *Dyn Med* 2009; 8: 6.
60. Bremer J. Carnitine—metabolism and functions. *Physiol Rev* 1983; 63: 1420-80.
61. Brass EP. Supplemental carnitine and exercise. *Am J Clin Nutr* 2000; 72: 618S-23S.
62. Rebouche CJ. Quantitative estimation of absorption and degradation of a carnitine supplement by human adults. *Metabolism* 1991; 40: 1305-10.
63. Mitwalli AH, Al-Wakeel JS, Alam A, Tarif N, Abu-Aisha H, Rashed M, Al Nahed N. L-carnitine supplementation in hemodialysis patients. *Saudi J Kidney Dis Transpl* 2005; 16: 17-22.
64. Rospond B, Chłopicka J. The biological function of L-carnitine and its content in the particular food examples. *Przegl Lek* 2013; 70: 85-91.
65. Krajcovicová-Kudláčková M, Simoncic R, Béderová A, Babinská K, Béder I. Correlation of carnitine levels to methionine and lysine intake. *Physiol Res* 2000; 49: 399-402.
66. Dahlstrom KA, Ament ME, Moukarzel A, Vinton NE, Cederblad G. Low blood and plasma carnitine levels in children receiving long-term parenteral nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 1990; 11: 375-79.
67. Laviano A, Meguid MM, Guijarro A, Muscaritoli M, Cascino A, Preziosa I, Molino A, Rossi Fanelli F. Antimyoapathic effects of carnitine and nicotine. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2006; 9: 442-8.
68. Evangeliou A, Vlassopoulos D. Carnitine metabolism and deficit—when supplementation is necessary? *Curr Pharm Biotechnol* 2003; 4: 211-9.
69. Silvério R, Laviano A, Rossi Fanelli F, Seelaender M. l-carnitine and cancer cachexia: Clinical and experimental aspects. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2011; 2: 37-44.
70. Schmid A, Collomb M, Sieber R, Bee G. Conjugated linoleic acid in meat and meat products: A review. *Meat Sci* 2006; 73: 29-41.
71. Bhattacharya A, Banu J, Rahman M, Causey J, Fernandes G. Biological effects of conjugated linoleic acids in health and disease. *J Nutr Biochem* 2006; 17: 789-810.
72. Andreoli MF, Gonzalez MA, Martinelli MI, Mocchiutti NO, Bernal CA. Effects of dietary conjugated linoleic acid at high-fat levels on triacylglycerol regulation in mice. *Nutrition* 2009; 25: 445-52.
73. Rahman MM, Bhattacharya A, Banu J, Fernandes G. Conjugated linoleic acid protects against age-associated bone loss in C57BL/6 female mice. *J Nutr Biochem* 2007; 18: 467-74.
74. Rahman M, Halade GV, El Jamali A, Fernandes G. Conjugated linoleic acid (CLA) prevents age associated skeletal muscle loss. *Biochem Biophys Res Commun* 2009; 383: 513-18.
75. Graves E, Hitt A, Pariza MW, Cook ME, McCarthy DO. Conjugated linoleic acid preserves gastrocnemius muscle mass in mice bearing the colon-26 adenocarcinoma. *Res Nurs Health* 2005; 28: 48-55.
76. Payette H, Roubenoff R, Jacques PF, Dinarello CA, Wilson PW, Abad LW, Harris T. Insulin-like growth factor-1 and interleukin 6 predict sarcopenia in very old community-living men and women: the Framingham Heart Study. *J Am Geriatr Soc* 2003; 51: 1237-43.
77. Micha R, Wallace SK, Mozaffarian D. Red and processed meat consumption and risk of incident coronary heart disease, stroke, and diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Circulation* 2010; 121: 2271-83.
78. Micha R, Michas G, Mozaffarian D. Unprocessed red and processed meats and risk of coronary artery disease and type 2 diabetes - An update review of the evidence. *Curr Atheroscler Rep* 2012; 14: 515-24.
79. Altomare R, Cacciabauda F, Damiano G, Palumbo VD, Gioviale MC, Bellavia M, Tomasello G, Lo Monte AI. The mediterranean diet: a history of health. *Iran J Public Health* 2013; 42: 449-57.
80. Russell RM, Rasmussen H, Lichtenstein AH. Modified food guide pyramid for people over seventy years age. *J Nutr* 1999; 129: 751-3.



Original/Alimentos funcionales

A coconut extra virgin oil-rich diet increases HDL cholesterol and decreases waist circumference and body mass in coronary artery disease patients

Diuli A. Cardoso¹, Annie S. B. Moreira², Glaucia M. M. de Oliveira¹, Ronir Raggio Luiz³ and Glorimar Rosa⁴

¹Postgraduate Program in Cardiology at the School of Medicine, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). ²Applied Nutrition Department of Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ); Research dietitian and professor at Instituto Nacional de Cardiologia (INC). ³Institute for Collective Health Studies, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. ⁴Department of Nutrition and Dietetics, Josué de Castro Nutrition Institute of Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brazil.

Abstract

Introduction: saturated fat restriction has been recommended for coronary arterial disease, but the role of coconut oil (*Cocos nucifera* L.) extra virgin, lauric acid source in the management of lipid profile remains unclear.

Objective: to evaluate the effect of nutritional treatment associated with the consumption of extra virgin coconut oil in anthropometric parameters and lipid profile.

Methods: we conducted a longitudinal study of 116 adults of both sexes presenting CAD. Patients were followed in two stages: the first stage (basal-3 months), intensive nutritional treatment. In the second stage (3-6 months), the subjects were divided into two groups: diet group associated with extra virgin coconut oil consumption (GDOC) and diet group (DG). Held monthly anthropometric measurements: body mass, waist circumference (WC), neck circumference (PP), body mass index (BMI). Gauged to collected blood pressure and blood samples were fasted for 12 hours, for total cholesterol analysis and fractions apoproteins (Apo A-1 and B), glucose, glycated hemoglobin (HbA1C), insulin (I). Comparing the averages at the beginning and end of the study employing the paired Student t-independent. And set the diastolic blood pressure by BMI using ANOVA. Analyses were performed using the SPSS statistical package, being significant $p < 0.05$.

Results: the mean age of the population was 62.4 ± 7.7 years, 63.2% male, 70% elderly, 77.6% infarcted, 52.6% with angina, hypertension and dyslipidemia 100%. In the first stage the nutritional treatment reduced body weight, WC, BMI and PP and insulin concentrations, HbA1C, HOMA-IR and QUICK, without changing the other parameters. In the second stage of the study, it was observed that the GDOC maintained the reduction of body mass, BMI, WC, with a significant difference between groups for DC (-2.1 ± 2.7 cm; $p < 0.01$).

EL ACEITE DE COCO VIRGEN EXTRA RICO EN ÁCIDOS GRASOS INCREMENTA EL COLESTEROL HDL Y DISMINUYE LA CIRCUNFERENCIA DE LA CINTURA Y LA MASA CORPORAL EN PACIENTES CON ENFERMEDADES DE LA ARTERIA CORONARIA

Resumen

Introducción: el aceite de coco (*Cocos nucifera* L.) virgen extra contiene una alta proporción de ácidos grasos de cadena media que parecen contribuir a la reducción del peso y podría ayudar en la prevención secundaria de la enfermedad arterial coronaria (EAC).

Objetivo: evaluar el efecto del tratamiento nutricional asociado con el consumo de aceite de coco virgen extra en los parámetros antropométricos y el perfil lipídico.

Métodos: se realizó un estudio longitudinal de 116 adultos de ambos sexos que presentan CAD. Los pacientes fueron seguidos en dos etapas: en la primera etapa (basal-3 meses), se llevó a cabo un tratamiento nutricional intensivo. En la segunda etapa (3-6 días), los sujetos fueron divididos en dos grupos: grupo asociado con el consumo de aceite extra virgen de coco (GDOC) y el grupo de dieta (GD). Se realizaron mediciones mensuales antropométricas: peso, circunferencia de la cintura (CC), circunferencia del cuello (PP) e índice de masa corporal (IMC). Se tomó la presión arterial y muestras de sangre recogidas en ayunas durante 12 horas para el análisis de colesterol total y lipoproteínas, apoproteínas (Apo A-1 y B), glucosa, hemoglobina glucosilada (HbA1c) e insulina (I). Se compararon los promedios al principio y al final del estudio mediante el test t de Student-independiente. Se ajustó la presión arterial diastólica por el IMC mediante ANOVA. Los análisis se realizaron con el paquete estadístico SPSS, siendo significativa $p < 0.05$.

Resultados: la edad media de la población fue de $62,4 \pm 7,7$ años, el 63,2% hombres, 70% mayores, el 77,6% con infarto de miocardio, el 52,6% con angina de pecho y el 100% con hipertensión arterial y dislipidemia. En la primera etapa del tratamiento nutricional se redujeron las concentraciones de insulina, peso, WC, IMC y PP, HbA1C, HOMA-IR y rápido, sin cambiar otros parámetros. En la segunda etapa del estudio se observó que la GDOC mantiene la reducción del peso, BMI, WC, con una diferencia significativa entre los grupos para DC ($-2,1 \pm 2,7$ cm; $p < 0,01$).

Correspondence: Annie Bello Moreira.
Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
Rua São Francisco Xavier, 524, Pavilhão João Lyra Filho,
12.º andar, Bloco D, Cep: 20559-900 Rio de Janeiro, RJ – Brasil.
E-mail: anniebello@gmail.com

Recibido: 14-VII-2015.

Aceptado: 17-VIII-2015.

In addition, there was an increase in HDL-C concentrations, Apo A, with significant difference in GD, only for HDL-C (3.1 ± 7.4 mg/dL; $p = 0.02$).

Conclusion: it was observed that the nutritional treatment associated with extra virgin coconut oil consumption reduced the CC and increased HDL-C levels in patients with CAD.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:2144-2152)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9642

Key words: Coronary artery disease. Nutritional treatment. Secondary prevention and extra virgin coconut oil.

Introduction

Secondary prevention for patients with coronary artery disease (CAD) aims to avoid new cardiovascular events¹. The change towards a healthier lifestyle presents a 44% decrease in mortality from CAD^{2,3}. Recent guidelines emphasize the necessity of reducing visceral fat, and controlling blood pressure and dyslipidemia^{1,2}.

The adoption of a dietary pattern based on good sources of mono- and polyunsaturated fat, fiber, fruit, vegetables, whole grains, olive oil and nuts results in the decrease of risk factors for cardiovascular disease. On the other hand, according to the National Health and Nutrition Examination Survey (2007-2011), conducted on 759 individuals with CAD, data showed very low compliance to the nutritional and clinical treatment, with only 20% displaying adequate body weight, and 59% having lipid profile control⁴.

New therapeutic targets are necessary to increase compliance to dietary treatments. Due to this necessity, the effects of functional foods⁵ have been studied. Although no consensus exists over the subject, functional foods appear to exert some beneficial action on lipid profile and promote better compliance to dietary treatment⁶.

In this context, extra virgin coconut oil (*Cocos nucifera* L.), extracted from the fresh coconut pulp, has been acknowledged for its high proportion of medium-chain fatty acids (MCFA), lauric acid⁷ (source of vitamin E), and polyphenols with antioxidant activity⁸. The scientific literature has shown benefits of extra virgin coconut oil to the reduction of body fat^{9,10,11}, but there is still controversy over its effects on lipid profile, since it is a source of saturated fat^{11 e 12}.

Thus, the aim of this study was to evaluate the effect of a diet rich in coconut oil concerning the improvement of lipid profile and anthropometric measurements.

Methods

Study subjects and design

We conducted a nonrandomized 6-month clinical trial, with 360 patients being initially screened. The

Además, se produjo un aumento en las concentraciones de HDL-C, Apo A, con una diferencia significativa en GD, solo para HDL-C ($3,1 \pm 7,4$ mg/dl; $p = 0,02$).

Conclusión: se observó que el tratamiento nutricional asociado con el consumo de aceite de coco virgen extra redujo la CC e incrementó los niveles de HDL-C en pacientes con CAD.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:2144-2152)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9642

Palabras clave: Enfermedad coronaria arterial. Tratamiento nutricional. Prevención secundaria y aceite de coco virgen extra.

study included patients of both genders aged 45-85 years on secondary prevention of CAD (myocardial infarction and/or stable angina), with the use of lipid-lowering drugs for longer than six months, seen at an outpatient department of a specialized cardiology hospital during January-September, 2012. It excluded those who had coronary artery bypass grafting and previous cardiovascular event within less than 6 months, those who had chronic renal failure with creatinine levels greater than 1.2 mg/dL, patients using coconut oil, food supplements, and those who suffered from liver diseases.

From the screened population, 136 patients met the eligibility criteria for the three-month run-in phase in order to homogenize or standardize their food intake. From the third month the allocation was performed for two intervention groups: diet group (DG) ($n = 22$), who remained only with diet, and another group that besides diet received extra virgin coconut oil (CODG) ($n = 92$). The study details are better shown in figure 1.

Patients were seen in a monthly basis at the clinical nutrition department of a specialized hospital where they received intensive dietary treatment with periodic phone calls to assess compliance. In addition, all patients were provided with a telephone number to contact to dispel doubts whenever necessary. Socio economic and demographic data, information on past medical history and present illness, drug therapy, and physical exercise¹³ were collected. In each visit, 12-hour fasting blood sample was drawn, 24-hour dietary recall was obtained, anthropometric assessment was made and systemic blood pressure (BP) was measured. At the beginning of the run-in period, all patients were given a adequate nutritional status diet and instructed to follow it until the end of the study.

The experimental protocol was approved by the Research Ethics Committee of Instituto Nacional de Cardiologia (INC)-RJ under no. 0305/2010, and its National Clinical Trial (NCT) number is 01962844. All the volunteers were informed about the procedures they would undergo during the research, and signed the statement of informed consent (SIC).

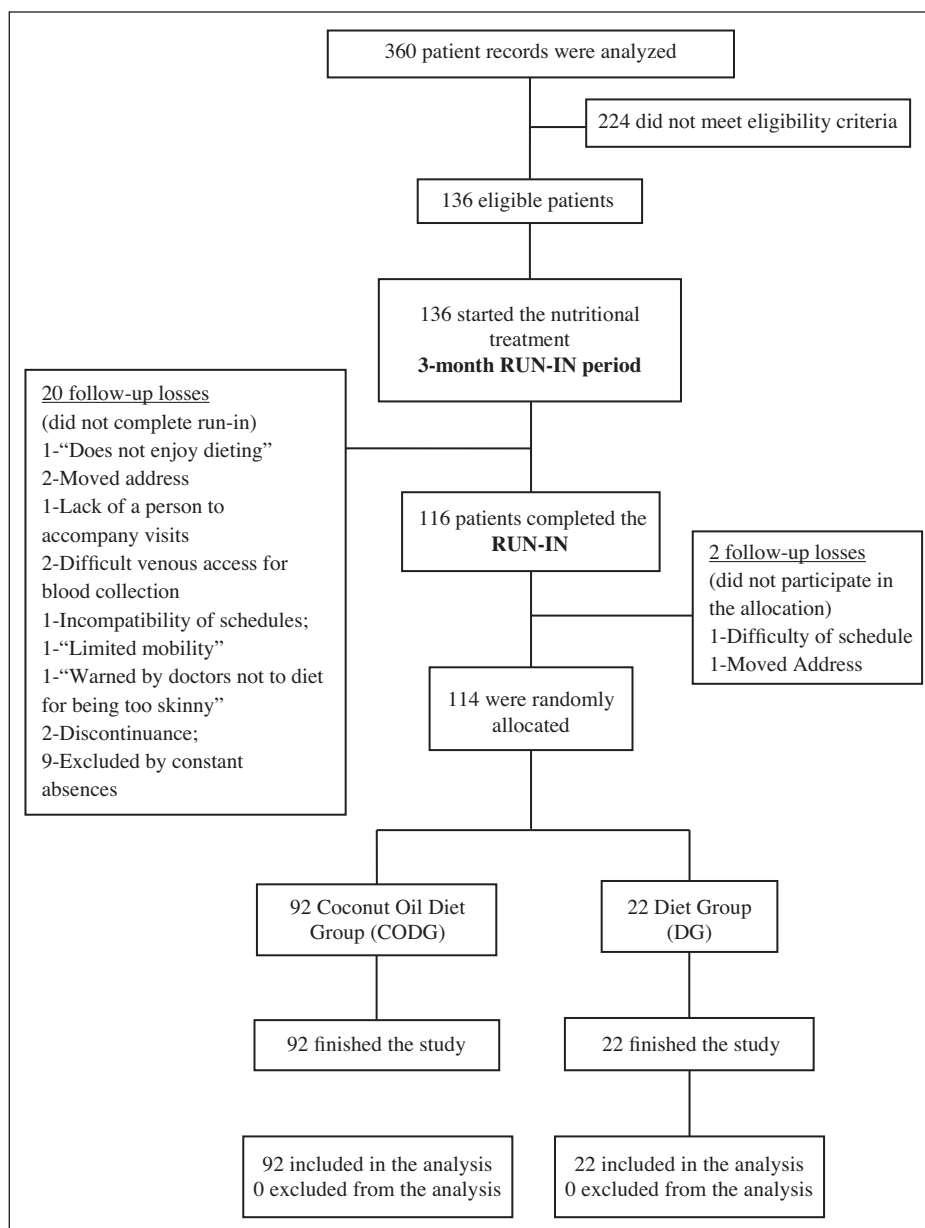


Fig. 1.—Flowchart of patients in a clinical trial on the effects of the associated or sole intake of extra virgin coconut oil dietary treatment.

Anthropometric measurements, physical activity and blood sampling

The anthropometric measurements body mass (kg) and height (m) were taken using a digital platform scale coupled with a stadiometer (Filizola®)¹⁴. BMI was calculated by dividing body mass (kg) by height (m) squared¹⁴, classified according to the World Health Organization (WHO)¹⁵.

WC was measured at the midpoint between the last rib and the iliac crest¹⁶. NC was measured with the subject standing with the head positioned in the Frankfort horizontal plane, the upper edge of the tape was placed under the cricoid cartilage and applied perpendicularly around the neck¹⁷. Blood pressure was measured twice in the right arm by the trained investigator, with a

mercury sphygmomanometer and stethoscope after subjects had rested for a minimum of 10 minutes¹⁸.

Physical activity was considered when patients trained at least once a week. Physical exercise was assessed as metabolic equivalent of task (MET) expressed in kcal/day¹⁹. Patients were considered sedentary when they did not perform physical exercise, or when they exercised with caloric expenditure below 3 METs and a frequency of less than two times per week. Patients were advised to keep the level of habitual physical activity.

Blood samples were drawn after 12 hours of overnight fasting. The samples were taken in blood collection vacuum tubes containing heparin. The collection tubes were then centrifuged for 15 min at 4°C and 3.000 rpm.

TG, TC, and HDL-C and LDL-C²⁰ were analyzed. Serum levels of ApoA-1 and ApoB were measured by

immunoturbidimetric assay²¹. Fasting plasma glucose was measured by the spectrophotometric method using the glucose oxidase/peroxidase. The glycated hemoglobin (HgA1c), by by turbidimetric immunoassay. All analyses were performed at the clinical laboratory of INC (Rio de Janeiro, Brazil) through the automated method (ARCHITECT ci8200, Architect® Abbott, Abbott Park, IL, USA) using commercial kits (Abbott ARCHITECT c8000®, Abbott Park, IL, USA).

Diet design and supplementation

The diet was prescribed during the run-in period according to the dietary habits of volunteers and nutritional recommendations for individuals with dyslipidemia²². The total energy expenditure was calculated considering the recommendations of the Dietary Reference Intake, 2005²³, and of the National Cholesterol Education Program - Adult Treatment Panel III (NCEPATPIII) (2002)²⁴ considering the current BM. At each visit, a 24-hour recall was used to assess patient compliance to the offered nutritional treatment. In order to assess changes in the habitual dietary pattern, baseline 24-hour recalls were compared to those three months after intervention. Data were analyzed using the computer program Food Processor Version 7.2 (Esha Research, Salem, USA, 1998).

The CODG received extra virgin coconut oil in sachets containing 13 mL (30 units per month), totaling 90 sachets per patient. Patients were instructed to consume one sachet per day, alone or added to fruit, without subjecting it to heat.

Coconut oil was donated by COPRA Food Industry, Maceió, AL, Brazil.

The composition of fatty acids of coconut oil was obtained by the Analytical Chemistry Organic La-

boratory of Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (CENPES)/Rio de Janeiro, RJ, Brazil. Vitamin E and phytosterols contents were determined by the Instituto de Tecnologia de Alimentos/Centro de Ciências e Qualidade de Alimentos, Campinas, São Paulo, SP, Brazil (Table I).

Statistical analysis

The results were expressed as percentage and mean $\pm$ standard deviation (SD). The chi-square test (χ^2 test) was performed to compare categorical variables between groups. Kolmogorov-Smirnov adhesion test was performed.

Paired Student's *t*-test or *Wilcoxon Signed Ranks* was used to assess changes in anthropometric and biochemical variables after the intervention period in each group. While the effect of the intervention groups was evaluated by Student *t* test independent or *Mann-Whitney U* test according to the distribution of variables.

The difference between DG and CODG was evaluated by Student's *t*-test. Through the analysis of variance for repeated measures, DBP was adjusted for BM, and the development of HDL-C and WC in CODG and DG was evaluated. All analyses were performed using SPSS, version 20.0. When $p < 0.055$, the finding was considered statistically significant.

Results

One hundred and thirty-six patients were included in the study. Among them, one hundred and fourteen (85.3%) managed to complete the run-in period. The majority of the participants who abandoned the study

Table I
Nutrient composition of a serving of coconut oil

Coconut oil composition ¹		Composition of fatty acids (%/100g) ²		Composition of phytosterols and vitamin E ³	ND < 300 ^a
Energy, kcal/kJ	127/533	C6:0 Caproic	–	Brassicasterol	5.61 (0.11) ^b
Carbs, g	0	C8:0 Caprylic	7,0	Campesterol	13.75 (0.53) ^b
Protein, g	0	C10:0 Capric	6,0	Stigmasterol	32.43 (0.33) ^b
Total Fat, g	14	C12:0 Lauric	48,0	Beta-sitosterol	ND < 0.02 ^a
Saturated fat, g	13	C14:0 Myristic	19,0	Alpha-tocopherol	ND < 0.02 ^a
Trans fat, g	0	C16:0 Palmitic	9,0	Beta-tocopherol	ND < 0.02 ^a
Monounsaturated fats, g	0.8	C18:1 Stearic	3,0	Gama-tocopherol	ND < 0.02 ^a
Polyunsaturated fats, g	0.2	C18:1 PUFA 9 Oleic	8,0	Delta-tocopherol	ND ^a
Cholesterol, mg	0			Vitamin E (IU/100 g)	ND < 300 ^a
Fiber, mg	0				
Sodium, mg	0				

¹Composition held in 15ml of extra virgin coconut oil = 1 tablespoon.

²Source: Laboratory of Analytical Chemistry Organic Cenpes/Rio de Janeiro, RJ, Brazil.

³Source: Institute of Food Technology, Science Center and Food Quality, Campinas, São Paulo, SP, Brazil Laboratory.

^aND: not detected value; ^bAverage and estimated standard deviation; mg/dL: milligram per deciliter; IU: international unit.

did not return after the baseline visit due to scheduling difficulties (Fig. 1).

The main characteristics of the population are shown in table II; there was no significant difference between the studied groups since the beginning of intervention.

The mean age of the studied population was 62.4 ± 7.7 years, with 70% of elderly individuals, and 63.2% of males. There were 100% hypertensive and 94.5% dyslipidemic patients on regular medication to control these diseases.

During the run-in period, there was significant decrease in body mass (BM), body mass index (BMI), neck circumference (NC), waist circumference (WC) and glycemic profile (data not shown).

Table III shows the effect of an extra virgin coconut oil-rich diet on anthropometric data and on the blood pressure (BP) after three months of intervention.

Data showed that the CODG significantly decreased their BM, BMI, NC, WC, with a statistical difference between the groups for WC (-2.1 ± 2.7 ; $p < 0.01$) (Fig. 2A). We also observed the reduction of diastolic blood pressure (DBP) in the CODG; however, after adjustment for BMI, no significant difference was found (data not shown). There was no significant difference in physical activity between both groups at the beginning and during the phases of the study (data not shown).

CODG presented an increase on serum concentrations of HDL-C (CODG: 3.1 ± 7.4 mg/dL; $p < 0.01$

vs. DG: -1.2 ± 8.5 mg/dL; $p = 0.52$) and apoprotein A (apoA) (CODG: 4.7 ± 12.7 ; $p = 0.01$ vs. DG: -3.9 ± 2.7 ; $p = 0.27$).

We notice the effect of a coconut-rich diet on the levels of HDL-C in figure 2B. We may also observe a small increase on the concentrations of apoprotein B (apoB) in the CODG, however with no difference on seric concentrations of low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C) and total cholesterol (TC).

The dietary assessment, undertaken through the 24-hour recalls, showed decrease in the total energy expenditure (-748.9 ± 1110.6 kcal; $p < 0.01$), lipids (-4.1 ± 11.4 ; $p < 0.01$), saturated fat ($-2 \pm 5.1\%$; $p < 0.01$), cholesterol (-70.9 ± 199.1 mg/dL; $p < 0.01$) and sodium (-814.5 ± 1583.2 mg/d; $p < 0.01$), after the run-in period (data not shown). After the run-in period, the CODG presented increased intake of lipids and saturated fatty acids, with reduced carbohydrate intake. There was no modification in the DG group. The statistical analyses showed no difference between the groups.

Discussion

The results of this study show that the inclusion of 13 mL of extra virgin coconut oil in a diet increases significantly the HDL-C levels and decreases the WC. Previous studies involving the intake of coconut oil have linked it to the reduction of abdominal fat, as the

Table II
Baseline characteristics of the groups CODG and DG¹

Variables	CODG (n = 2)	DG (n = 22)	p
Age, years	62.5±8.02	63.2±11.5	0.94 ²
Weight, kg	79.7±15.7	79.59±14.1	0.96 ²
BMI, kg/m ²	29.9±5.8	29.7±5.2	0.82 ²
Inactivity, % (n)	71.1 (66)	81.8 (18)	0.11 ³
Diabetes mellitus type 2, %(n)	50 (46)	36.4 (8)	0.44 ³
Hypoglycemic, % (n)	48.9 (45)	40.9 (9)	0.50 ³
Angina, % (n)	46.7 (43)	40.9 (9)	0.80 ³
Acute myocardial infarction, % (n)	77.2 (71)	77.3 (17)	0.15 ³
C-Total, mg/dL	177.5±51.8	176.9±68.6	0.96 ²
LDL-col, mg/dL	108.3±45.1	114.5±55.5	0.58 ²
HDL-col, mg/dL	37.5±9.2	37.5±9.3	0.96 ²
Triglycerides, mg/dL	153.7±71.2	153.0±68.9	0.71 ²
SBP, mmHg	129.0±19.0	128.1±15.9	0.84 ²
DBP, mmHg	77.8±11.5	81.3±9.9	0.18 ²

Abbreviations: SBP: SBP; DBP: diastolic blood pressure; C-total: total cholesterol; HDL-C: high density lipoproteins cholesterol; LDL-C: low density lipoprotein cholesterol; TG-: triglycerides.

¹Results are expressed as mean $\pm$ SD or percentage.

²T-Student test between CODG and DG.

³Chi-square χ^2 test between the groups, statistically significant for $p < 0.05$.

study by Assunção *et al.*, 2009²⁵, after a 30 mL/d supplement of coconut oil in comparison to soy oil, and the study by Liao *et al.*, 2011²⁶ evaluating the effect of 30 mL/d virgin coconut oil.

According to the literature, extra virgin coconut oil consists mainly of medium-chain triglycerides (MCT), about 60% (Table I). Other studies into the use of MCT show their effect on reducing body weight when compared to long-chain triglycerides (LCT)²⁷⁻³². MCT seem to have a beneficial effect also on abdominal fat^{30,31} for which one of the potential mechanisms is the low incorporation of MCT into the adipose tissue.

Another result that draws attention is the reduction of DBP in the group that consumed extra virgin coconut oil. Animal experiments have found the protective effect of coconut oil on blood pressure^{33,34,35}; authors attribute this effect to the presence of polyphenols in the oil.

The current study showed the beneficial effects of an extra virgin coconut oil-rich diet on the significant increase of serum levels of HDL-C (5%; $p = 0.01$) with no change in the levels of TC, LDL-C and triglycerides (TG). Feranil *et al.*³⁶ also found positive association between coconut oil intake and the increase of serum levels of HDL-C. Nevertheless, Assunção *et al.*,

Table III
Effect of dietary intervention with diet and supplementation with extra virgin coconut oil in the anthropometric data and blood pressure¹

Variables	CODG (n = 92)			DG (n = 22)			
	Baseline	$\Delta T1$	p	Baseline	$\Delta T2$	p	p
Weight, kg	78.1±15.2	-0.6±1.8	<0.01*	78.5±13.9	-0.4±2.2	0.49	0.72
BMI, kg/m ²	29.3±5.5	-0.2±0.7	<0.01*	29.3±5.1	-0.1±0.8	0.51	0.56
WC, cm	100.1±11.8	-2.1±2.7	<0.01*	100.2±10.7	-0.2±2.6	0.37	<0.01**
NC, cm	38.0±3.8	-0.4±0.9	<0.01*	38.4±3.8	-0.2±0.8	2.34	0.31
SBP, mmHg	129.0±19	-3.3±18.2	0.06	128.1±15.9	0.9±13.7	0.76	0.32
DBP, mmHg	77.8±11.5	-3.5±13.8	<0.01*	81.3±9.9	-4.3±10	0.05	0.60

Abbreviations: BMI: body mass index; NC: neck perimeter; WC: waist circumference; SBP: systolic blood pressure; DBP: diastolic blood pressure.

¹Results in mean ± SD.

$\Delta T1$ = (3 months-baseline); $\Delta T2$ = (3 months-baseline).

*Statistically significant between 3 months ($p < 0.05$).

**Statistically comparing the mean DG and CODG groups ($p < 0.05$).

Table IV
Effect of dietary intervention with diet and supplementation with extra virgin coconut oil in lipid profile¹

Variables	CODG (n = 92)			DG (n = 22)			
	Baseline	$\Delta T1$	p	Baseline	$\Delta T2$	p	p
TC, mg/dL	177.4±51.8	5.9±35.4	0.11	176.9±68.6	11.2±31.6	0.11	0.61
HDL-C, mg/dL	37.5±9.2	3.1±7.4	<0.01*	37.6±9.3	-1.2±8.5	0.52	<0.01**
LDL-C, mg/dL	108.3±45.2	4.0±31.2	0.13	114.5±55.6	2.6±32.7	0.70	0.77
TG, mg/dL	153.8±71.2	-2.0±70.5	0.78	153.0±69.0	23.3±72.4	0.14	0.13
ApoA, mg/dL	137.2±18.9	4.7±12.7	0.01*	141.8±18.9	-3.9±2.7	0.20	0.27
ApoB, mg/dL	94.9±23.4	6.4±17.6	0.01*	95.0±21.1	7.4±18.1	0.07	0.66
Glucose, mg/dL	118.0±34.1	1.4±23.6	0.57	116.0±42.7	-4.2±25.2	0.44	0.32
HgA1, mg/dL	6.2±1.1	0.1±0.6	0.05	6.1±0.7	0.1±1.0	0.62	0.14
UA, mg/dL	5.8±1.5	0.3±1.3	0.05	6.2±1.5	-0.0±1.0	0.94	0.24

Abbreviations: TC: total cholesterol; HDL-C: high density lipoproteins cholesterol; LDL-C: low density lipoprotein cholesterol; TG: triglycerides; ApoA: apoprotein A; ApoB: Apoprotein B; HbA1C: glycated hemoglobin; UA: uric acid.

¹Results in mean ± SD.

$\Delta T1$ = (3 months-baseline); $\Delta T2$ = (3 months-baseline).

*Within 3 months statistically significant ($p < 0.05$).

**Statistically comparing the mean DG and CODG groups ($p < 0.05$).

Table V
Dietary characteristics during the intervention¹

Variables	CODG (n = 92)			DG (n = 22)			
	Baseline	$\Delta T1$	p	Baseline	$\Delta T2$	p	p
Energy, kcal	1508.3±669.6	76.5±707.2	0.31	1580.3±565.5	-0.5±858.2	0.98	0.69
PTN, %VET	24.1±7.1	-1.8±9.8	0.09	25.3±8.5	-1.7±12.5	0.58	0.97
CHO, %VET	55.5±9.6	-3.0±11.2	0.01*	55.1±11.2	-2.9±16.7	0.49	0.98
LIP, %VET	20.1±8.5	4.5±9.6	<0.01*	20.1±9.2	4.9±18.2	0.29	0.89
SFA, %	6.5±3.6	5.9±4.8	<0.01*	6.4±2.6	3.7±10.3	0.16	0.17
MFA, %	6.2±4.1	0.2±5.4	0.67	6.9±4.4	0.5±6.8	0.78	0.87
PFA, %	3.4±2.6	-0.6±3.3	0.12	3.3±2.8	-0.2±3.8	0.85	0.89
Cholesterol, mg/d	179.8±122.6	-10.9±170.7	0.54	212.8±137.0	54.9±288.6	0.44	0.20
Sodium, mg/d	1311.2±768.7	-57.7±894.7	0.54	1251.4±680.8	368.1±1092.0	0.18	0.06
Fiber, g/d	26.9±16.6	-0.3±18.7	0.86	25.7±11.0	-6.8±10.3	0.01*	0.19

Abbreviation: PTN: protein; CHO: carbohydrate; LIP: lipids; SFA: saturated fatty acids; MFA: monounsaturated fatty acids; PFA: polyunsaturated fatty acids.

¹Resultados expressos em média ± SD.

$\Delta T1$ = (3 months-baseline); $\Delta T2$ = (3 months-baseline).

*Within 3 months statistically significant (p < 0.05).

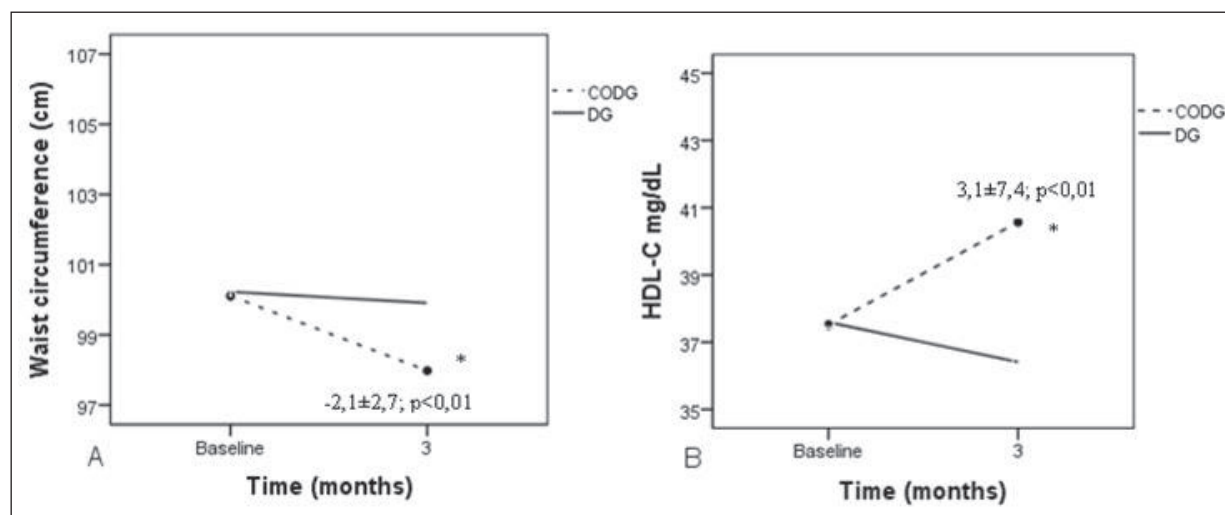


Fig. 2.—Evolution of WC (A) and HDL-C (B) between the groups (DG x CODG) during the three-month intervention. *Test of analysis of variance for repeated measures, p < 005.

2009²⁵, by comparing refined coconut oil and refined soy oil, did not find any benefit in the lipid profile, and Liao *et al.* 2011²⁶ did not find any effect either. Two other studies with isolated MCT also found no important change in the lipid profile^{30,31}.

Experimental studies in which animals were fed diets supplemented with virgin coconut oil showed increased levels of HDL-C and decreased levels of LDL-C, TG and TC³⁷. Authors credited the results to the action of polyphenols and vitamin E, present in the virgin coconut oil. Besides, saturated fat is known to have a role in the improvement of HDL-C

levels by increasing the activity of lecithin cholesterol acetyltransferase (LCAT)³⁸. The elevation of HDL-C levels, with no change in LDL-C levels, in our population of chronic CAD patients was highly significant, for evidence point that normal concentrations of HDL-C are associated with minor risk of non-lethal infarct³⁹ and low concentrations of HDL-C are strong predictors of infarct⁴⁰. And further, that the lower the LDL-C the lower the cardiovascular morbidity and mortality⁴¹.

Dietary interventions that contribute to the increase of HDL concentrations are rare; therefore our findings

were highly significant and unprecedented in this group of patients with chronic coronary disease. The intake of this kind of fat meets strong opposition from people in general, although studies have not proved the association between the intake of saturated fat and cardiovascular disease or CAD⁴². Also, considering a specific population that regularly used this coconut oil, there was no positive association with the onset of cardiovascular disease¹⁰.

Our study presents some limitations: small sample size in the diet group, absence of randomization when allocating patients to nutritional intervention. However, it is noteworthy that CODG and DG were comparable in relation to anthropometric and biochemical data.

Conclusion

Nonpharmacological interventions are essential for risk factor control in secondary prevention among patients with coronary disease. Our study showed that a diet rich in extra virgin coconut oil seems to favor the reduction of WC and the increase of HDL-C concentrations, aiding with secondary prevention for CAD patients.

Acknowledgment

This study was funded by Institute of National Cardiology. The authors declare no conflicts of interest.

Authors' contributions

DAC, GMMO, ABM, RRL and GR were responsible for the study conception and design, and the drafting of the manuscript; DAC, GMMO, ABM, RRL and GR participated in the analysis and interpretation of data; GMMO, ABM and GR critically revised the article for intellectual content; RRL developed the statistics; all authors are accountable for the final approval of the manuscript. None of the authors had a conflict of interest.

References

- Smith SC, Benjamin C, Benjamin EJ, Bonow RO, Braun LT, Creager MA, Franklin BA, Gibbons RJ, James HS, Stein and Kathryn A. Taubert Lloyd-Jones DM, Minissian M, Mosca L, Peterson ED, Sacco RL, John BA, Stein and Kathryn A. Taubert S and K. AHA/ACCF Secondary Prevention and Risk Reduction Therapy for Patients With Coronary and Other Atherosclerotic Vascular Disease: Update A Guideline From the American Heart Association and American College of Cardiology Foundation. *Circulation* 2011; 124(22): 2458-73.
- Ford E S, M.D, Umed A. Ajani, M.B, Janet B. Croft, Critchley JA, Phil D, Darwin R. Labarthe, Thomas E. Kottke, M.D., Wayne H. Giles, M.D and Simon Capewell, M.D. Explaining the decrease in U.S. deaths from coronary disease, 1980-2000. *N Engl J Med* 2007; 356(23): 2388-98.
- Garaulet M, Pérez de Heredia F. Behavioural therapy in the treatment of obesity (I): new directions for clinical practice. *Nutr Hosp* 2009; 24 (6): 629-39.
- Tang L, Patao C, Chuang J, and Wong ND, Cardiovascular Risk Factor Control and Compliance to Recommended Lifestyle and Medical Therapies in Persons With Coronary Heart Disease (from the National Health and Nutrition Examination Survey 2007e2010). *Am J Cardiol* 2011; 112 (8): 1126-32.
- Huang J, Frohlich J, Ignasewski AP. The impact of dietary changes and dietary supplements on lipid profile. *Can J Cardiol* 2011; 27: 488-505.
- Jenkins DJ, Srichaikul K, Mirrahimi A, Chiavaroli L, Kendall CW. Functional foods to increase the efficacy of diet in lowering serum cholesterol. *Can J Cardiol*. 2011; 27(4): 397-400.
- Li DF, Thaler RC, Nelssen JL, Harmon DL, Allee GL, Weeden TL. Effect of fat sources and combinations on beginning pig performance, nutrient digestibility and intestinal morphology. *J Anim Sci* 1990; 68(11): 3694-704.
- Nevin KG, Rajamohan T. Beneficial effects of virgin coconut oil on lipid parameters and in vitro LDL oxidation. *Clin Biochem* 2008; 37 (9): 830-5.
- Lipoeto NI, Agus Z, Oenzil F, Wahlqvist M, Wattanapenpaiboon N. Dietary intake and the risk of coronary heart disease among the coconut-consuming Minangkabau in West Sumatra, Indonesia. *Asia Pac J Clin Nutr* 2004; 13(4): 377-84.
- Prior I, Davidson F, Salmond C, Czochanska Z. Cholesterol, coconuts and diet on Polynesian atolls: a natural experiment: The Pukapula and Tokelau Island Studies. *Am J Clin Nutr* 1981; 34(8): 1552-61.
- Lindeberg S, Lundh B. Apparent absence of stroke and ischaemic heart disease in a traditional Melanesian island: a clinical study in Kitava. *J Intern Med* 1993; 233: 269-275.
- Kumar PD. The role of coconut and coconut oil in coronary heart disease in Kerala, south India. *Tropical Doctor* 1997; 27: 215-217.
- Gomes VB, Siqueira KS, Sichieri R. Physical activity among a random sample of the Rio de Janeiro. *Cad Saude Publica* 2001; 17(4): 969-76.
- Gibson RS. Principles of nutritional assessment. New York: Oxford, 1990. P.691.
- World Health Organization. Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic: Report of a WHO Consultation on Obesity. Geneva, Switzerland: *World Health Organ Tech Rep Ser*. 2000; 894: i-xii, 1-253.
- Després JP. Health consequences of visceral obesity. *Annals of medicine* 2001; 33(8): 534-41.
- Ben-Noun L, Sohar E, Laor A. Neck circumference as a simple screening measure for identifying overweight and obese patients. *Obes Res* 2001; 9(8): 470-7.
- Alessi A, Brandão AA, Pierin Â, Feitosa AM, Machado CA, Forjaz CLdM et al. IV Diretriz para uso da Monitorização Ambulatorial da Pressão Arterial - II Diretriz para uso da Monitorização Residencial da Pressão Arterial IV MAPA / II MRPA. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2005; 85: 1-18.
- Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Nathanael M, David B, Catrine T-L, Jennifer G, Jesse V, Melicia W-G, Arthur S LEON. Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc* 2011; 43(8): 1575-81.
- Friedwald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 1972; 18: 499-502.
- Ledue TB, Collins MF, Ritchie RF. Development of immunoturbidimetric assays for fourteen human serum proteins on the Hitachi 912. *Clin Chem Lab Med* 2002; 40(5): 520-8.
- Sposito AC, Caramelli B, Fonseca FAH, Bertolami MC, Afíune Neto A, Souza AD et al. IV Diretriz Brasileira sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose: Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 2007; 88: 2-19.

23. Washington, DC. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients). In: Council NR, editor.: The National Academies Press; 2005. p. 1. Print.
24. Grundy SM, Becker D, Clark LT, Luther T, Richard S, Cooper, Margo A, Denke, M.D., Wm. James Howard, Hunnigake D B, Roger D I., Luepker R V, McBride P, McKenney JM, Richard C. PP, Stone NJ, Van Horn L. Executive Summary of the 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). *JAMA* 2001; 285(19): 2486-97.
25. Assunção ML, Ferreira HS, dos Santos AF, Cabral CR Jr, Florêncio TM. Effects of dietary coconut oil on the biochemical and anthropometric profiles of women presenting abdominal obesity. *Lipids* 2009; 44(7): 593-601.
26. Liao KM, Lee YY, Chen CK, Rasool AH. An open-label pilot study to assess the efficacy and safety of virgin coconut oil in reducing visceral adiposity. *ISRN Pharmacol* 2011; 949686.
27. Hainer V, Kunesová M, Stich V, Zák A, Parizková J. The role of oils containing triacylglycerols and medium-chain fatty acids in the dietary treatment of obesity. The effect on resting energy expenditure and serum lipids. *Cas Lek Cesk* 1994; 133(12): 373-5.
28. Tsuji H, Kasai M, Takeuchi H, Nakamura M, Okazaki M, Kondo K. Dietary medium-chain triacylglycerols suppress accumulation of body fat in a double-blind, controlled trial in healthy men and women. *J Nutr* 2001; 131(11): 2853-9.
29. Krotkiewski M. Value of VLCD supplementation with medium chain triglycerides. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001; 25(9): 1393-400.
30. Nosaka N, Maki H, Suzuki Y, Haruna H, Ohara A, Kasai M, Tsuji H, Aoyama T, Okazaki M, Igarashi O, Kondo K. Effects of margarine containing medium-chain triacylglycerols on body fat reduction in humans. *J Atheroscler Thromb* 2003; 10(5): 290-8.
31. St-Onge MP, Ross R, Parsons WD, Jones PJ. Medium-chain triglycerides increase energy expenditure and decrease adiposity in overweight men. *Obes Res* 2003; 11(3): 395-402.
32. Han JR, Deng B, Sun J, Chen CG, Corkey BE, Kirkland JL, Ma J, Guo W. Effects of dietary medium-chain triglyceride on weight loss and insulin sensitivity in a group of moderately overweight free-living type 2 diabetic Chinese subjects. *Metabolism* 2007; 56(7): 985-91.
33. Nurul-Iman BS, Kamisah Y, Jaarin K, Qodriyah HM. Virgin coconut oil prevents blood pressure elevation and improves endothelial functions in rats fed with repeatedly heated palm oil. *Evid Based Complement Alternat Med* 2013; 2013: 629329.
34. Marina A. M., Che Man Y. B., Nazimah S. A. H, Amin I. Antioxidant capacity and phenolic acids of virgin coconut oil. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 2009; 60(2): 114-123.
35. Nevin K. G, Rajamohan T. Virgin coconut oil supplemented diet increases the antioxidant status in rats. *Food Chemistry* 2006; 99(2): 260-266.
36. Ferial A B, Duazo PL, Kuzawa C W, Adair LS. Coconut oil predicts a beneficial lipid profile in pre-menopausal women in the Philippines. *Asia Pac J Clin Nutr* 2011; 20(2): 190-195.
37. Nevin- K.G & Rajamohan T. Beneficial effects of virgin coconut oil on lipid parameters and in vitro LDL oxidation. *Clinical Biochemistry* 2004; 37(9): 830-5.
38. Mensink RP, Katan MB. Effect of dietary fatty acids on serum lipids and lipoproteins. A metaanalysis of 27 trials. *Arterioscler Thromb* 1992; 12(8): 911-9.
39. Meisinger C, Loewell H, Mraz W, Koenig W. Prognostic value of apolipoprotein B and A-I in the prediction of myocardial infarction in middle-aged men and women : results from the Monica / Kora Augsburg cohort study. *Eur Heart J* 2004; 26(3): 271-8.
40. Bolibar I, Van Eckardstein A, Assman G, Thompson E. Short-term prognostic value of lipid measurement in patients with angina pectoris. The ECAT Angina Pectoris Study Group: European Concerted Action on Thrombosis and Disabilities. *Thromb Haemost* 2000; 84(6): 955-60.
41. Emilia Arrebola Vivas, Bricia López Plaza, Thabata Koester Weber, Laura Bermejo López, Samara Palma Milla, Arturo Lisbona Catalán y Carmen Gómez-Candela. Variables predictoras de baja adherencia a un programa de modificación de estilos de vida para el tratamiento del exceso de peso en atención primaria. *Nutr Hosp* 2013; 28(5): 1530-1535.
42. Siri-Tarino PW, Sun Q, Hu FB, Krauss RM. Meta-analysis of prospective cohort studies evaluating the association of saturated fat with cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr* 2010; 91: 535-46.



Original/Investigación animal

In vitro and in vivo antioxidant activity of Buriti fruit (*Mauritia flexuosa* L.f.)

Amanda Batista da Rocha Romero¹, Maria do Carmo de Carvalho e Martins², Paulo Humberto Moreira Nunes², Nayara Ravenna Trindade Ferreira¹, Ana Karolinne da Silva Brito¹, Polliana Farias Marinho da Cunha¹, Alessandro de Lima¹, Regina Célia de Assis³ and Eva Moreira Araújo¹

¹Federal University of Piauí. Teresina-Piauí. ²Department of Biophysics and Physiology, Federal University of Piauí. Teresina-Piauí. ³Department of Biochemistry and Pharmacology, Federal University of Piauí (Teresina-Piauí), Brazil.

Abstract

Introduction: studies have shown high concentration of monounsaturated fatty acids, carotenoids, polyphenols and ascorbic acid in Buriti fruit (*Mauritia flexuosa* L.f.). This study evaluated the *in vitro* and *in vivo* antioxidant activities of buriti fruit (*Mauritia flexuosa* L.f.).

Methods: the chemical composition and total phenolic and carotenoid contents of the buriti pulp and the feed rations were determined, and the *in vitro* antioxidant activity was analyzed using the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical assay. Wistar rats (21 days old) were randomly allocated (n=10) into a control groups and experimental groups (feed enriched with buriti pulp). After 60 days, the *in vivo* antioxidant activity was evaluated through the determination of the catalase activity and non-protein sulfhydryl (NPSH) groups in the liver and quantification of malondialdehyde (MDA) in the plasma and tissues.

Results: high contents of oleic fatty acids (73.3%), phenolic compounds (192 ± 0.3 mg/100 g) and carotenoids (23.9 ± 0.5 mg/100 g) as well as elevated *in vitro* antioxidant activity were found in the buriti pulp. The enriched diet had higher contents of phenols and carotenoids as well as higher antioxidant activity compared with the standard feed (p < 0.05). There were no differences between the groups regarding catalase activity in the liver and MDA concentrations in the plasma, liver and kidneys. The male rats of the experimental group had higher liver concentrations of NPSH compounds (p < 0.05).

Conclusion: these results may corroborate the claim that buriti fruit is an antioxidant functional food and support its utilization in a nutritionally balanced diet.

(Nutr Hosp. 2015;32:2153-2161)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9603

Key words: Antioxidant activity. Bioactive compounds. Carotenoids. Dietary supplementation. Lipid peroxidation.

Correspondence: Maria do Carmo de Carvalho e Martins. Department of Biophysics and Physiology, Federal University of Piauí. Campus Ministro Petrônio Portela, sn – bloco 8 Teresina, Piauí - Brazil CEP: 64049-550 E-mail: carminhamartins@ufpi.edu.br

Recibido: 8-VII-2015.
Aceptado: 7-VIII-2015.

LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE IN VITRO E IN VIVO DE LA FRUTA BURITÍ (*MAURITIA FLEXUOSA* L.F.)

Resumen

Introducción: estudios previos han demostrado que la fruta Burití (*Mauritia flexuosa* L.f.) posee una alta concentración de ácidos grasos monoinsaturados, carotenoides, polifenoles y ácido ascórbico. Este estudio evaluó la actividad antioxidante *in vitro* e *in vivo* del Burití.

Métodos: fueron determinadas la composición química, el contenido de compuestos fenólicos y de carotenoides tanto de la pulpa del Burití como de las raciones de alimento. La actividad antioxidante *in vitro* fue analizada utilizando el ensayo del radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH). Ratas Wistar (21 días de edad) fueron asignadas al azar (n = 10) en grupos controles y grupos experimentales (alimentación enriquecida con pulpa de Burití). Después de 60 días, la actividad antioxidante *in vivo* se evaluó mediante la actividad enzimática de la catalasa y grupos sulfhidrilo no proteico (NPSH) en el hígado, y se cuantificó el malondialdehído (MDA) en plasma y tejidos.

Resultados: la pulpa del Burití presentó alto contenido de ácido graso oleico (73,3%), compuestos fenólicos (192 ± 0,3 mg/100 g) y carotenoides (23,9 ± 0,5 mg/100 g), así como una elevada actividad antioxidante *in vitro*. La dieta enriquecida tenía mayor contenido de fenoles y carotenoides, y una mayor actividad antioxidante en comparación con la alimentación estándar (p < 0,05). No se observaron diferencias entre los grupos con respecto a la actividad de la catalasa en el hígado y las concentraciones de MDA en plasma, hígado y riñones. Las ratas macho del grupo experimental tuvieron concentraciones hepáticas más altas de NPSH (p < 0,05).

Conclusión: estos resultados pueden corroborar la hipótesis de que la fruta Burití es un alimento funcional antioxidante y su consumo es conveniente en una dieta nutricionalmente equilibrada.

(Nutr Hosp. 2015;32:2153-2161)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9603

Palabras clave: Actividad antioxidante. Compuestos bioactivos. Carotenoides. Suplementos dietéticos. Peroxidación lipídica.

Abbreviations

AOAC: Association of Official Analytical Chemists.
DPPH: 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl.
DTNB: 5,5'-dithiobis (2-nitrobenzoic acid).
EDTA: Ethylenediaminetetraacetic acid.
FER: Food Efficiency Ratio.
GAE: Gallic acid equivalents.
GSH: Glutathione.
MDA: Malondialdehyde.
NF- κ B: Nuclear transcription factor-kappa B.
NPSH: Non-protein sulfhydryl.
ROS: Reactive oxygen species.
SEM: Standard error of the mean.
SH: Sulfhydryl group.
TBARS: Thiobarbituric acid reactive substances.
TNB: Thionitrobenzoic.
UFPI: Federal University of Piauí.

Introduction

Studies in humans suggest that vegetables have health promoting properties and that a reduced consumption of these foods is related to an increased risk of developing cardiovascular disease¹ and cancer². Accordingly, public awareness regarding the link between diet and health has aroused interest in the benefits of consuming fruit products and byproducts³.

Among the bioactive compounds with functional properties in food, prebiotics, sulfur and nitrogen compounds, antioxidant vitamins and minerals, phenolic compounds, unsaturated fatty acids and dietary fiber are the most prominent⁴. Substances with antioxidant activity, including secondary plant compounds, have received considerable attention because these compounds may help to protect the human body against oxidative stress and thereby reduce the risk of a number of chronic degenerative disorders³.

Oxidative stress results from an imbalance between the production of free radicals and the action of the antioxidant defense systems of the body, the main objective of which is to keep the oxidation process within physiological limits and thereby prevent an increase in oxidative damage that could culminate in cellular injury and toxicity⁵.

Diet is an important factor in the regulation of oxidative stress. The effects of vitamin and mineral antioxidant supplements on oxidative stress are not yet conclusive, but positive effects on specific biomarkers, especially those related to the oxidation of the most prominent lipids, have been shown⁵.

The Buritizeiro (*Mauritia flexuosa* L.f.) is a palm tree that is native to the Amazon rainforest as well as Northeast, Midwest and Central Brazil. Its fruit, the buriti, is widely consumed in the northeastern region of Brazil and has properties associated with protection against the development of chronic diseases⁶; however, there is little data in the available literature

on the functional properties of this fruit in experimental studies.

Both the chemical composition and the antioxidant potential of the Buritizeiro fruit indicate that this fruit is rich in lipids, with a predominance of monounsaturated fatty acids, and has significant levels of carotenoids, polyphenols, total ascorbic acid and sulfuric amino acids⁷.

Because the emergence of chronic diseases may be related to dietary habits, experimental studies investigating the effects of including regional foods with potential beneficial effects, such as buriti, in the diet are required to stimulate the consumption of these fruits as a part of a healthy diet. With this objective in mind, the following study evaluated the *in vitro* and *in vivo* antioxidant activity of buriti pulp.

Methods

Ingredients and preparation of feeds

Buriti pulp (5 Kg) was acquired from the local market in Teresina, PI, Brazil, and was added to standard rodent feed (Purina Labina) at a ratio of 10 g of dried pulp/100 g of the total weight of the feed. This supplemented feed was crushed and served daily for 60 days. The ratio of the fruit was chosen based on the study of Salgado, Mansi and Sousa⁸, who used feed prepared with avocado, a fruit with a fatty acid profile similar to that found in buriti. The enriched feed was prepared weekly and stored under refrigeration in a closed, dark container until use.

Chemical analysis of buriti pulp, standard rodent feed and rodent feed enriched with buriti pulp

Nutritional composition and fatty acid determination

The moisture, protein, lipid and ash contents of the feed were determined according to the methodology described by the Association of Official Analytical Chemists (AOAC)⁹. To obtain the lipid fraction of the buriti pulp, an intermittent Soxhlet extractor (Merck, Darmstadt, Germany) with hexane as the solvent was used. After the transesterification reaction, the methyl esters of the fatty acids were identified by gas chromatography-mass spectrometry (SHIMADZU GC-17A, Shimadzu Corporation Inc., Kyoto, Japan)¹⁰.

Phenolic compounds content

The quantification of phenolic compounds in the aqueous and methanolic extracts of the pulp and the feeds was performed according to the method of Swain and Hills¹¹, which was adapted by Lima¹² and based on the standard gallic acid curve (50 – 750

mg/L) obtained using Folin-Denis reagent. For this analysis, 0.5 mL samples of the extract were homogenized with 8 mL of distilled water, 0.5 mL of Folin-Denis reagent and 1 mL of an anhydrous sodium carbonate-saturated solution. The absorbance values were measured at 720 nm with a UV-VIS spectrophotometer (Biospectro SP-220, EQUIPAR Ltda., Curitiba, Brazil). All the determinations were performed in triplicate.

The methanol and aqueous extracts of the pulp and the feeds were prepared independently from defined quantities of the samples using the method of Sousa *et al.*¹³, adapted to the quantities of the samples used. The samples were suspended in water or methanol (10% w/v) followed by vacuum filtration.

Determination of carotenoids

The carotenoid content of the buriti pulp was determined according to the method described by Rodriguez-Amaya¹⁴. The pulp was extracted and washed with acetone, and the acetonic extract was dissolved in petroleum ether and fractionated with distilled water. The carotenoid content in the ether phase was determined by measuring the absorbance at 450 nm with a UV-VIS spectrophotometer (Biospectro SP-220, EQUIPAR Ltda., Curitiba, Brazil) and using the specific absorption coefficient of β -carotene (2,592).

In vitro antioxidant activity

The *in vitro* antioxidant activity of the buriti pulp and the feeds was determined according to the method of Blois¹⁵, which was adapted by Brand-Williams *et al.*¹⁶ and Lima¹² and is based on the reduction of the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) free radical (Merck, Darmstadt, Germany). The tested samples (200 μ L) were added to 2 mL of a 40 μ g/mL DPPH methanol solution and allowed to react at room temperature. After 10 min and 30 min, the absorbance values were measured at 517 nm with a UV-VIS spectrophotometer (Biospectro SP-220, EQUIPAR Ltda., Curitiba, Brazil) and used to calculate the percentage of the antioxidant activity (AA%). Trolox, a synthetic antioxidant (Merck, Darmstadt, Germany), was used as a standard at concentrations of 15, 30, 45, 60 and 75 μ M.

Animals

Weanling 21-day-old rats of both sexes (36 ± 0.66 g), from the laboratory of the Department of Physiology and Biophysics, Federal University of Piauí (UFPI), were randomly allocated into four groups (10 animals/group) and treated for 60 days with standard feed (Control-males and Control-females) or buriti

pulp-enriched feed (Buriti-males and Buriti-females). The animals were kept in individual metabolic cages and received the standard or the buriti pulp-enriched diet and water *ad libitum* in a temperature-controlled room ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) with a photoperiod of 12 hours of light and 12 hours of darkness.

The daily body weights and feed intakes of the animals were recorded. A known amount of standard or buriti pulp-enriched feed was placed in the metabolic cage feeders, and the food intake was determined as the difference between this amount and what remained after 24 hours.

This research was approved by the Ethics Committee on Animal Experimentation of the UFPI under protocol ECAC/UFPI No. 057/11.

Euthanasia and collection of specimens for analysis

At the end of the 60-day experimental period, the animals from each group were euthanized with a lethal intraperitoneal dose of sodium thiopental (100 mg/kg) (Thiopentax, Cristália, SP, Brazil). A blood sample was collected from the caudal vena cava for the assessment of lipid peroxidation in the plasma. The liver was removed for antioxidant and lipid peroxidation analysis, and the kidneys were removed for the evaluation of lipid peroxidation. The samples were kept at -80°C until processing.

In vivo antioxidant activity in hepatic tissue

The quantification of catalase activity was performed according to the method of Beutler¹⁷, which follows the decomposition of hydrogen peroxide by monitoring the decrease in the absorbance at 230 nm with a UV-VIS spectrophotometer (Biospectro SP-220, EQUIPAR Ltda., Curitiba, Brazil). The non-protein sulfhydryl (NPSH) groups were quantified according to the methodology proposed by Sedlak and Lindsay¹⁸. The samples were homogenized in a refrigerated 0.02 M ethylenediaminetetraacetic acid, disodium salt (sodium EDTA) solution. The tissue proteins from the homogenate were precipitated with trichloroacetic acid solution (10%) and harvested by centrifugation (15 min, 3,000 rpm). An aliquot of the resulting supernatant was added to 0.4 M Tris/0.2 M EDTA, pH 8.9, and 0.01 M 5,5'-dithiobis(2-nitrobenzoic acid) (DTNB; Sigma-Aldrich) diluted in methanol. The optical density of the thionitrobenzoic (TNB) ionic solution was evaluated against distilled water at 412 nm with a UV-VIS spectrophotometer (Biospectro SP-220, EQUIPAR Ltda., Curitiba, Brazil), and the concentration of the sulfhydryl groups was calculated by comparison with a standard calibration curve prepared with L-cysteine (Sigma-Aldrich). The NPSH group content was expressed as μM NPSH per weight (g) of wet tissue.

Lipid peroxidation in plasma and liver and kidney tissues

The evaluation of lipid peroxidation was performed by quantifying malondialdehyde (MDA) in the plasma as well as in the liver and kidney tissues. The MDA concentrations were determined by the production of thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) according to the method described by Ohkawa, Ohishi and Yagi¹⁹.

The absorbance of the samples was determined with a UV-VIS spectrophotometer (Biospectro SP-220, EQUIPAR Ltda., Curitiba, Brazil) at 532, 510 and 560 nm to calculate a corrected absorbance as proposed by Pyles, Stejskal and Einzig²⁰, which minimizes the interference of heme pigments and hemoglobin.

Statistical analysis

The data were expressed as the means $\pm$ standard error of the mean (SEM). Normality was assessed using the D'Agostino and Pearson Omnibus normality test. Comparisons between groups were evaluated using unpaired "t" tests, and the significance level was set at $p < 0.05$.

Results

Table I presents the chemical compositions and the energy values of the buriti pulp, the standard feed and the feed enriched with buriti pulp. The buriti pulp proved to be a food with a high content of both carotenoids and lipids. The most abundant fatty acid in the buriti pulp was oleic acid (71.6%), followed by palmitic (16.9%), linoleic (9.9%) and stearic (1.6%) acids. Moreover, compared with the standard feed, the enriched feed presented a statistically higher caloric content (3%) and lipid content (31%) as well as a lower

protein content (7.8%). The carotenoid content was approximately 3.31-fold higher in the enriched feed.

The amounts of phenolic compounds in the pulp as well as in the standard and enriched feeds are shown in table II. The pulp exhibited a high content of phenolic compounds, and the feeds used in the biological assay had statistically significant differences in the levels of phenolic compounds. The aqueous and methanol extracts of the enriched feed had significantly higher levels of phenolic compounds compared with the corresponding extracts of the standard feed.

Regarding the *in vitro* antioxidant activity as determined with the DPPH reduction method, the methanol extract of the buriti pulp had significantly higher ($p < 0.05$) antioxidant activity than the aqueous extract after both 10 and 30 min of reaction with the radical. A slight increase (5%) in the antioxidant activity of the aqueous extract from the feed enriched with buriti pulp was observed after only 10 min of reaction. There were no statistically significant differences between the antioxidant activities in the different aqueous extracts after 30 min (Table III).

During the 60-day monitoring period of the biological assay, the animals in the experimental group exhibited feed intakes and weights similar to those of the control group for the different periods of study (Fig. 1, Table IV). Regarding the Food Efficiency Ratio (FER), which represents the body weight gain per feed intake,²¹ there were no significant differences between the groups (Fig. 2).

Buriti pulp intake did not affect the activity of catalase in the liver, but the levels of NPSH groups in the male rats from the experimental group were higher ($p < 0.05$) than those found in the animals from the respective control group, revealing a greater stimulation of antioxidant activity by including of this fruit in the diet. There were no statistically significant alterations in the concentrations of MDA in the plasma, kidneys or liver due to the consumption of feed enriched with buriti pulp (Table V).

Table I
Chemical composition, including macronutrients, moisture, ash, energy and carotenoids, of buriti pulp, standard feed and feed enriched with buriti pulp

Variable	Buriti pulp	Feed	
		Standard	Enriched
Moisture (%)	6.4 $\pm$ 0.1	6.2 $\pm$ 0.3	6.7 $\pm$ 0.2
Ash (g/100 g)	2.7 $\pm$ 0.0	10.5 $\pm$ 0.2	9.7 $\pm$ 0.3
Proteins (g/100 g)	9.0 $\pm$ 0.2	21.7 $\pm$ 0.3	20.0 $\pm$ 0.4 ^a
Carbohydrates (g/100 g)	36.3 $\pm$ 0.4	57.1 $\pm$ 0.4	57.7 $\pm$ 0.5
Lipids (g/100 g)	45.7 $\pm$ 0.2	4.5 $\pm$ 0.3	5.9 $\pm$ 0.0 ^a
Energy (Kcal/100 g)	592.0 $\pm$ 1.1	352.0 $\pm$ 1.2	363.0 $\pm$ 0.3 ^a
Carotenoids (mg/100 g)	23.9 $\pm$ 0.5	1.6 $\pm$ 0.0	5.3 $\pm$ 0.4 ^a

^aUnpaired "t" test, $p < 0.05$ compared with the standard diet. The data are represented as the means $\pm$ SEM.

Table II
Phenolic compounds (gallic acid equivalents) in extracts of buriti pulp, standard feed and feed enriched with buriti pulp as measured in mg/100 g of wet sample.

Extract	Phenolic Compounds (mg/100 g)		
	Buriti pulp	Standard feed	Enriched feed
Methanolic	111.0 ± 5.2	26.6 ± 0.6	54.9 ± 0.3 ^a
Aqueous	192.0 ± 0.3 ^a	26.6 ± 0.9	65.9 ± 0.5 ^a

^aUnpaired “t” test, $p < 0.0001$ for the pulp compared with the methanol extract and for the feed compared with the same extracts from the standard feed. The data are represented as the means ± SEM.

Table III
Trolox equivalent antioxidant activity (TEAC) in the extracts of buriti pulp, standard feed and feed enriched with buriti pulp, as measured by the reduction of DPPH quantified in µmol of Trolox/g of wet sample

Extract	Trolox equivalent antioxidant activity (µmol of trolox/g)					
	After 10 min of reaction			After 30 min of reaction		
	Buriti pulp	Standard feed	Enriched feed	Buriti pulp	Standard feed	Enriched feed
Methanolic	128.0 ± 3.1 ^a	14.2 ± 0.15	14.5 ± 0.17	164.0 ± 2.7 ^a	9.9 ± 0.6	10.5 ± 0.4
Aqueous	10.7 ± 0.4	9.9 ± 0.03	10.4 ± 0.03 ^a	96.8 ± 8.7	9.0 ± 1.8	8.3 ± 0.4

^aUnpaired “t” test, $p < 0.05$ compared with the same extract from the standard feed and the same reaction time. The data are represented as the means ± SEM.

Discussion

Edible native plants, such as araticum (*Annona crassiflora* Mart.), jatoba (*Hymenaea courbaril* L.), pequi (*Caryocar brasiliense*), mangaba (*Hancornia speciosa*), cagaita (*Eugenia dysenterica*) and buriti (*M. flexuosa* L.f.), are low-cost food sources with high nutritional value and are consumed by rural populations from Ce-

rado²². Moreover, the results from *in vitro* and *in vivo* studies aimed at elucidating the mechanisms by which non-nutrient bioactive compounds in plant foods contribute to maintaining health and reducing the risk of disease²³ have aroused the interest of the population in consuming plant-derived products and have created the possibility of using these plants as functional foods for special nutritional purposes²⁴.

Manhães⁷ classifies buriti as a functional food because of the presence of bioactive substances, sulfur-containing amino acids, carotenoids, polyphenols, ascorbic acid and significant amounts of omega-9 fatty acids (oleic acid). The presence of these components imparts an antioxidant effect, and the food could potentially be consumed to reduce the risk of developing several diseases.

The buriti pulp used in this study had a high caloric value and high concentrations of lipids, carbohydrates and proteins. Carneiro and Carneiro²⁵, in a study on the chemical composition of buriti pulp from the state of Piauí, obtained lower values for protein (3.4%), carbohydrates (31.2%) and ash (1.6%) and higher caloric values (604 Kcal/100 g) and moisture (12.1%) and lipid (51.7%) levels compared with the data of the present study. Variations in the nutritional composition of the buriti pulp may be due to differences among the various regions of the country and harvesting conditions as well as the procurement, drying and storage of the fruit.

The profile of fatty acids present in the buriti pulp demonstrated that this fruit possesses high oleic acid content, followed by palmitic, stearic, and linoleic acids.

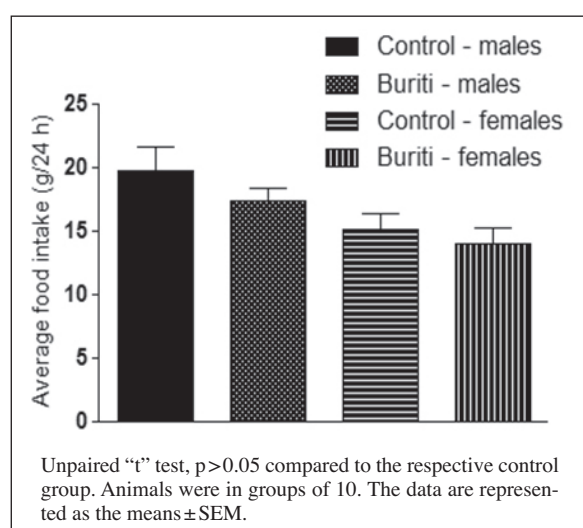


Fig. 1.—Average daily food intake of the *Rattus norvegicus* groups fed standard feed (control) and feed enriched with buriti pulp (Buriti) for the 60-day experimental period.

Table IV
Weight of the *Rattus norvegicus* groups fed standard feed (control) and a feed enriched with buriti pulp (Buriti) during the 60-day follow-up

Time (day)	Body weight (g)			
	Males		Females	
	Control	Buriti	Control	Buriti
1 st	37.4±3.2	34.2±1.4	36.4±2.7	36.0±3.2
15 th	109.0±1.9	102.0±7.2	97.7±1.6	92.1±1.8
30 th	181.0±3.7	167.0±11.6	133.0±0.4	132.0±1.3
45 th	247.0±5.7	234.0±14.3	161.0±0.4	160.0±1.3
60 th	287.0±6.9	276.0±13.1	179.0±0.7	177.0±0.9

Unpaired “t” test, $p > 0.05$ compared with the respective control group. Animals were in groups of 10. The data are represented as the means ± SEM.

Manhães and Sabaa-Srur²⁶ described similar results, in which the presence of 73.3% oleic acid, 19.3% palmitic acid, 2.69% linoleic acid and 1.8% stearic acid was determined. Compared to other fruits, buriti presented a composition similar to that described for açaí, the lipid content of which is predominantly composed of monounsaturated fatty acids (up to 61%) and polyunsaturated fatty acids (approximately 10.6%)²⁷.

Regarding antioxidant compounds, the buriti pulp as well as the feed enriched with this fruit contained high concentrations of carotenoids and phenolic compounds when compared with the standard feed. The results for the quantification of carotenoids revealed that the pulp of the buriti has a content similar to that determined by Manhães and Sabaa-Srur²⁶, who obtained 23.3 mg/100 g of buriti pulp, which is less than the 51.4 mg/100 g of buriti pulp that was verified by Rosso and Mercadante²⁸ (via HPLC) and higher than the content in other Amazon fruits that are considered main sources of carotenoids, such as camu-camu (0.4 to 1.1 mg/100 g)²⁹ and acerola (0.4 to 1.9 mg/100 g)³⁰. According to Rodriguez-Amaya, buriti has the highest carotenoid concentration of the food that has been analyzed in Brazil³¹.

The total phenolic content of buriti pulp appears to be quite variable in multiple studies. Carneiro and Carneiro²⁵ found a content of phenolic compounds (expressed as gallic acid equivalents - GAE) of 18.2 ± 1.5 mg/100 g for the aqueous extract of buriti pulps. Moreover, Manhães and Sabaa-Srur²⁶ identified levels of polyphenols at 9.5 ± 3.1 mg of tannic acid/100 g. However, Koolen *et al.*³² obtained 378 ± 3.1 mg GAE/100 g for the aqueous extract of the fruit, which is higher than that found in this study.

According to Tomás-Barberán and Espín³³, differences in the values for the concentrations of phenolic compounds may be influenced by factors such as the maturity, species, geographic origin, growth stage, harvest conditions and storage of the fruits.

In the evaluation of the *in vitro* antioxidant activity using the DPPH method, the methanol extract of the buriti pulp exhibited higher antioxidant activity than

the aqueous extract. At 30 min, the antioxidant activity of the methanol extract of the pulp was higher than that of many wild fruits, including baguaçu (111.2 μ mol/g) and jambolão (15 μ mol/g) as well as the pulp of acerola (53.2 μ mol/g), mango (12.9 μ mol/g), cupuaçu (0.7 μ mol/g) and passion fruit (0.9 μ mol/g), which were all also evaluated by the DPPH method after 30 min³⁴. These *in vitro* results should be carefully analyzed considering that DPPH is a non-physiological radical and that the body has several less stable oxidizing reactive species involving different redox systems.

In addition to the potential antioxidant effects of secondary compounds from plants, such as alkaloids, terpenoids and flavonoids, these compounds could present direct or indirect effects on the modulation of several inflammatory pathways in the body, including the activation of nuclear transcription factor-kappa B (NF- κ B) and gene expression^{35,36}.

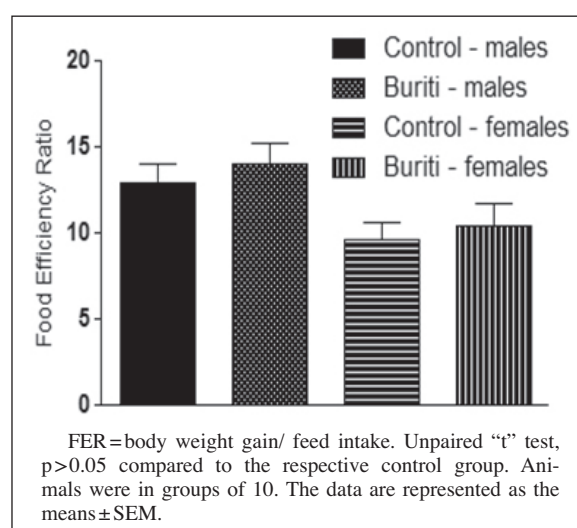


Fig. 2.—Food Efficiency Ratio (FER) of the *Rattus norvegicus* groups fed standard feed (control) and feed enriched with buriti pulp (Buriti) for the 60-day experimental period.

Table V
Levels of catalase, non-protein sulfhydryl (NPSH) groups in liver tissue and malondialdehyde (MDA) in plasma, liver and kidneys of the *Rattus norvegicus* groups fed standard feed (control) and feed enriched with buriti pulp (Buriti) after the 60-day experimental period

Markers	Males		Females	
	Control	Buriti	Control	Buriti
Hepatic catalase (mmol/min g tissue)	56.9±10.7	44.3±13.9	59.7±10.2	57.9±10.7
Hepatic NPSH (μM/g tissue)	79.6±19.3	136.0±19.7 ^a	110.0±17.9	83.0±18.7
MDA				
Plasma (nmol/nL)	1.7±0.4	1.7±0.2	1.9±0.3	2.0±0.4
Liver (nmol/g)	52.3±3.8	48.4±2.2	64.6±6.7	57.9±6.3
Kidney (nmol/g)	87.5±5.5	91.1±7.0	88.1±4.3	103.0±10.6

Regarding the role of diet in preventing oxidative stress, it is thought that antioxidant molecules are essential, but are not miraculous, because these compounds cannot prevent or cure diseases, especially when consumed in supplement form. However, these molecules can act together with the body's primary antioxidants, the superoxide dismutase, catalase and glutathione peroxidase enzymes, to maintain the levels of oxygen and nitrogen reactive species within physiological limits. For the body to regulate its requirement for antioxidant enzymes, the feed must contain adequate amounts of non-enzymatic antioxidants such as vitamins C, E and A³⁷.

In the present study, the intake of buriti pulp did not affect the concentrations of liver catalase but increased the levels of NPSH groups in the male rats from the experimental group, demonstrating a greater stimulation of antioxidant activity by including this fruit in the diet. Certain *in vivo* studies have demonstrated that the use of natural products was able to increase the levels of NPSH moieties and thereby prevent oxidative stress in male rats^{38,39}.

Glutathione (GSH) is the major NPSH group found in mammalian cells; GSH is a tripeptide found in high concentrations intracellularly that plays a central role in biotransformation, the elimination of xenobiotics and cellular protection against oxidative stress. Many GSH reactions involve the sulfhydryl group (SH), which is highly polarizable and, therefore, a good nucleophile for reaction with electrophilic chemical compounds⁴⁰.

Lipid peroxidation is a process resulting from the attack of reactive oxygen species (ROS) on unsaturated fatty acids in cell membranes. This mechanism leads to changes in membrane lipids, alters the membrane permeability and promotes the flow of cellular metabolites. The degree of lipid peroxidation is determined using the TBARS method^{5,41}. This analytical method is used to detect MDA, an important marker of oxidative damage⁴¹.

In the present study, no significant alterations in lipid peroxidation were demonstrated because there were no significant differences between the control and experimental groups in the concentrations of MDA in the plasma, kidneys and liver. This finding suggests that food enriched with fruit that is rich in unsaturated fatty acids resulted in no change in the lipid peroxidation.

Lima¹², in a study of the *in vivo* antioxidant activity of pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), a fruit that, similar to buriti, is rich in carotenoids and oleic acid, observed a reduction in the concentration of MDA in the liver tissues of animals treated with doses of 300 mg/kg of the fruit extract and of 100 mg/kg of free phenolic acids of the pulp for 30 days relative to the control groups.

Nevertheless, there is controversy concerning the antioxidant power of foods rich in bioactive compounds because certain factors in complex biological systems can reduce the effectiveness of these antioxidants⁴². A study designed to evaluate the antioxidant activity of fruta-do-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hill), a fruit from the Cerrado region that is rich in ascorbic acid and phenolic compounds, found that there was no inhibition of lipid peroxidation in the brains of rats when administered the extract of this fruit at doses of 450, 850 and 1,300 mg/kg for 18 days. The authors concluded that the antioxidants within the plant were unable to inhibit *in vivo* lipid peroxidation and also had no pro-oxidant action⁴³.

In healthy individuals, the regular intake of orange juice, a product with a high concentration of antioxidants, improved the antioxidant capacity in the blood but had no effect on lipid peroxidation⁴⁴.

The stimulation of the antioxidant GSH in the animals fed with enriched buriti pulp, without interfering with weight gain, food consumption or the redox state of the bodies of the young animals, demonstrates that the buriti fruit is a healthy food alternative for the general population. The discrete effect of the experimental diet on the NPSH levels in this study is most likely

a result of the use of a small proportion of buriti pulp in an *ad libitum* diet rather than treatment with an extract of whole pulp by gavage. Moreover, the fact that we did not investigate other markers of antioxidant activity, such as the activity of superoxide dismutase and glutathione peroxidase, constitutes a further limitation of the present study.

Further studies using different proportions of buriti pulp or with isolated nutrients that are part of its composition, such as β -carotene and oleic acid, are required to assess the effects of these agents on the antioxidant activity in experimental models.

Conclusion

The consumption of a buriti-supplemented diet by young rats increased *in vitro* and *in vivo* antioxidant activities, while lipid peroxidation in the plasma, kidneys and liver was not affected. These results may corroborate the claim that buriti fruit is a functional food and support its utilization in a nutritionally balanced diet. However, further studies, including human clinical trials, are required to elucidate the role in maintaining health of the bioactive compounds present in buriti.

References

- Ruiz-Canela M; Martínez-González MA. Lifestyle and dietary risk factors for peripheral artery disease. *Circ J*. 2014; 78: 553-59.
- Oyebode O; Gordon-Dseagu V; Walker A; Mindell JS. Fruit and vegetable consumption and all-cause, cancer and CVD mortality: analysis of Health Survey for England data. *J Epidemiol Community Health*. 2014 [Epub ahead of print].
- Yahia EM. The contribution of fruit and vegetable consumption to human health. In: *Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry, Nutritional Value and Stability*. (Rosa LA, Alvarez-Parrilla E, Gonzalez-Aguilera GA, eds.) Wiley-Blackwell, Hoboken, NJ, 2010, pp. 3-51.
- Kris-Etherton PM; Hecker KD; Bonanome A *et al.*: Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *Am J Med*. 2002; 113: 71-88.
- Akyol S; Erdogan S; Idiz N *et al.*: The role of reactive oxygen species and oxidative stress in carbon monoxide toxicity: an in-depth analysis. *Redox Report*. 2014; 19: 180-189.
- Ribeiro J; Antunes LMG; Antunes LMG; Darin J; Mercadante A; Bianchi MDL. Buriti (*Mauritia flexuosa*) oil: evaluation of the mutagenic and antimutagenic potential by the micronucleus test *in vivo*. *Toxicol Lett*. 2010; 196: S163-S164.
- Manhães LRT. Caracterização da polpa de buriti (*Mauritia flexuosa*, Mart.): um potente alimento funcional. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2007.
- Salgado JM; Bin C; Mansi DN; Souza A. Efeito do abacate (*Persea americana* Mill) variedade hass na lipidemia de ratos hipercolesterolêmicos. *Ciênc Tecnol Aliment*. 2008; 28: 922-928.
- Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis, 16th ed. Gaithersburg: AOAC International MD; 1998; 2(4).
- Lima JRO; Silva RB; Silva CCM *et al.*: Biodiesel de babaçu (*Orbignya* sp.) obtido por via etanólica. *Quím Nova*. 2007; 30: 600-603.
- Swain T; Hills WG. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. *J Sci Food Agric*. 1959; 10: 63-69.
- Lima A. Caracterização química, avaliação da atividade antioxidante *in vitro* e *in vivo*, e identificação de compostos fenólicos presentes no pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.) 2008. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, São Paulo, 2008.
- Sousa MSB; Vieira LM; Lima A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante *in vitro* de resíduos de polpas de frutas tropicais. *Braz J Food Technol*. 2011; 14: 1-9.
- Rodríguez-Amaya DB. A Guide to Carotenoid Analysis in Foods. Washington: ILSI Press; DC, 2001.
- Blois MS. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*. 1958; 181: 1199-1200.
- Brand-Williams W; Cuvelier ME; Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT Food Sci Technol*. 1995; 28: 25-30.
- Beutler E. Red Cell Metabolism: A Manual of Biochemical Methods, 2nd ed. New York: Grune & Stratton; 1975.
- Sedlak J; Lindsay RH. Estimation of total, protein bound, and non-protein sulphhydryl groups in tissue by Ellman's reagent. *Anal Biochem*. 1968; 25: 192-208.
- Ohkawa H; Ohishi N; Yagi K. Assay of lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Anal Biochem*. 1979; 95: 351-358.
- Pyles LA; Stejskal EJ; Einzig S. Spectrophotometric measurement of plasma 2-thiobarbituric acid-reactive substances in the presence of hemoglobin and bilirubin interference. *Proc Soc Exp Biol Med*. 1993; 202: 407-419.
- Moreira AVB; Mancini-Filho J. Influência dos compostos fenólicos de especiarias sobre a lipoperoxidação e o perfil lipídico de tecidos de ratos. *Rev Nutr*. 2004; 17: 411-424.
- Oliveira DL; Rocha C. Alternativas sustentáveis para a merenda escolar com o uso de plantas do cerrado, promovendo educação ambiental. *Rev. Eletrôn Mestr Educ Ambient*. 2008; 21: 35-53.
- Bastos DHM; Rogero MM; Arêas JAG. Mecanismos de ação de compostos bioativos dos alimentos no contexto de processos inflamatórios relacionados à obesidade. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2009; 53: 646-656.
- Silva LMR; Figueiredo EAT; Ricardo NMS *et al.* Quantificação de bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. *Food Chem*. 2014; 143: 398-404.
- Carneiro TB; Carneiro JGM. Fruto e polpa desidratada de buriti (*Mauritia flexuosa* L.): aspectos físicos, químicos e tecnológicos. *Rev Verde*. 2011; 6: 105-111.
- Manhães LRT; Sabaa-Srur AUO. Centesimal composition and bioactive compounds in fruits of buriti collected in Pará. *Ciênc Tecnol Aliment*. 2011; 31: 856-863.
- Nascimento RJS; Couri S; Antoniassi R; Freitas SP. Composição em ácidos graxos do óleo da polpa de açaí extraído com enzimas e com hexano. *Rev Bras Frutic*. 2008; 30: 498-502.
- Rosso VV; Mercadante AZ. Identification and quantification of carotenoids, by HPLC-PDA-MS/MS, from Amazonian fruits. *J Agric Food Chem*. 2007; 55: 5062-5072.
- Zanatta CF; Mercadante AZ. Carotenoid composition from the Brazilian tropical fruit camu-camu (*Myrciariadubia*). *Food Chem*. 2007; 101: 1526-532.
- Rosso VV; Mercadante AZ. Carotenoid composition of two Brazilian genotypes of acerola (*Malpighia punicifolia* L.) from two harvests. *Food Res Int* 2005; 38: 1073-1077.
- Rodríguez-Amaya DB; Kimura M; Amaya-Farfan J. Fontes Brasileiras de Carotenoides: Tabela Brasileira de Composição de Carotenoides em Alimentos. Brasília: Ministerio do Meio Ambiente; 2008.
- Koolen HHF; Silva FMA; Gozzo FC; Souza AQL; Souza ADL. Antioxidant, antimicrobial activities and characterization of phenolic compounds from buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) by UPLC-ESI-MS/MS. *Food Res Int*. 2013; 51: 467-473.
- Tomás-Barberán F; Espín JC. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. *J Sci Food Agric*. 2001; 81: 853-876.

34. Kuskoski EM; Asuero AG; Morales MT; Fett R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. *Ciênc Rural*. 2006; 26: 1283-287.
35. Las Heras B; Hortelano S. Molecular basis of the anti-inflammatory effects of terpenoids. *Inflamm Allergy Drug Targets*. 2009; 8: 28-39.
36. Calixto JB; Otuki MF; Santos ARS. Anti-inflammatory compounds of plant origin. Part I. Action on arachidonic acid pathway, nitric oxide and nuclear factor kappa B (NF-kappa B). *Planta Med*. 2003; 69: 973-983.
37. Singh PP; Chandra A; Mahdi F; Roy A; Sharma P. Reconnect and reconnect the antioxidant hypothesis in human health and disease. *Indian J Clin Biochem*. 2010; 25: 225-243.
38. Mota CS; Freitas RB; Athayde ML *et al*. Effect of *Vernonia cognata* on oxidative damage induced by ethanol in rats. *Hum Exp Toxicol*. 2010; 30: 675-684.
39. Sabir SM; Ahmad SD; Hamid A *et al*. Antioxidant and hepatoprotective activity of ethanolic extract of leaves of *Solidago microglossa* containing polyphenolic compounds. *Food Chem*. 2012; 131: 741-747.
40. Huber PC, Almeida WP, De Fátima A: Glutathione e enzimas relacionadas: papel biológico e importância em processos patológicos. *Quím Nova*. 2008; 31: 1170-1179.
41. Kadiiska MB; Gladen BC; Baird DD *et al*. Biomarkers of oxidative stress study II: are oxidation products of lipids, proteins, and DNA markers of CCl4 poisoning? *Free Radic Biol Med*. 2005; 38: 698-710.
42. Young AJ; Lowe GM. Antioxidant and prooxidant properties of carotenoids. *Arch Biochem Biophys*. 2001; 385: 20-27.
43. Oliveira TB; Salazar KAA; Duarte SMS; Moreira DAC; De Paula FBA. Avaliação da atividade antioxidante e antimutagênica do polvilho de lobeira (*Solanum lycocarpum* St. Hill) *in vivo*. *Rev Bras Anál Clín*. 2010; 42: 297-301.
44. Nasser ALM; Dourado GK; Manjate DA; Carlos IZ; Cesar TB. Avaliação do estresse oxidativo no sangue de consumidores habituais de suco de laranja. *Rev Ciênc Farm Básica Apl*. 2011; 32: 275-279.



Original/*Ancianos*

Prevalence and factors associated with vitamin B₁₂ deficiency in elderly from Viçosa/MG, Brasil

Karina Oliveira Martinho^{1,2}, Adelson Luiz Araújo Tinôco¹ and Andréia Queiroz Ribeiro¹

¹Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Nutrição, Laboratório de Epidemiologia e Vigilâncias em Saúde. ²Bolsista do CNPq/ PDJ, Brazil.

Abstract

The prevalence of vitamin B₁₂ nutritional deficiency increases with age and it is particularly common in elderly people. The objective this study was determining its prevalence and the factors associated with this condition in non-institutionalized elderly from Viçosa, Minas Gerais State, Brazil.

Methods: a cross-sectional, population-based study was conducted in order to identify the prevalence and the factors associated with vitamin B₁₂ deficiency among the elderly population in Viçosa (MG). Data were collected from August 2011 to June 2012, by means of a household survey and hematological and biochemical tests performed in 340 elderly.

Results: the prevalence of vitamin B₁₂ deficiency in this group was 17.4% (95% CI, 13.4% - 21.4%). Cognitive impairment appears to be an important factor related to vitamin B₁₂ deficiency.

Conclusions: the current paper contributes to studies that emphasize some factors that may affect elderly performance in their natural aging process, especially when these factors are associated with cognitive impairment and lead to significant disability and loss of quality of life. Thus, the herein presented results were able to provide more comprehensive knowledge on the relation between B₁₂ deficiency and its impact on this population. They also proved to be relevant for planning public health programs and initiatives that target on this age group.

(Nutr Hosp. 2015;32:2162-2168)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9648

Key words: Vitamin B₁₂. Nutritional deficiency. Elderly.

PREVALENCIA Y FACTORES ASOCIADOS A LA DEFICIENCIA DE VITAMINA B₁₂ EN ANCIANOS DE VIÇOSA/MG, BRASIL

Resumen

La prevalencia de deficiencia nutricional de vitamina B₁₂ aumenta con la edad y es especialmente común en la población mayor. El objetivo de este estudio consistió en determinar su prevalencia y los factores asociados a esta carencia en mayores no institucionalizados de Viçosa, Estado de Minas Gerais, Brasil.

Métodos: estudio poblacional interseccional, realizado para identificar la prevalencia y los factores asociados a deficiencia de vitamina B₁₂ entre la población de mayores en Viçosa (MG). Los datos fueron recopilados desde agosto de 2011 hasta junio de 2012 mediante una encuesta en los hogares y pruebas hematológicas y bioquímicas realizadas en 340 mayores.

Resultados: la prevalencia de deficiencia de vitamina B₁₂ en este grupo fue del 17,4% (95% CI, 13,4% - 21,4%). La deficiencia cognitiva se presenta como un factor importante relacionado con la deficiencia de vitamina B₁₂.

Conclusiones: el informe actual contribuye a los estudios que destacan ciertos factores que podrían afectar al rendimiento de las personas mayores en su proceso de envejecimiento natural, especialmente cuando estos factores están asociados con deficiencia cognitiva y dan lugar a una discapacidad significativa así como pérdida de calidad de vida. Así, los resultados aquí presentados han servido para aportar un conocimiento más comprensivo sobre la relación entre deficiencia de B₁₂ y su impacto sobre este grupo de población. También han demostrado su relevancia de cara a la planificación de programas e iniciativas de salud pública centrados en este grupo de población.

(Nutr Hosp. 2015;32:2162-2168)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9648

Palabras clave: Vitamina B₁₂. Deficiencia nutricional. Mayores.

Correspondence: Karina Oliveira Martinho.
Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Nutrição.
Laboratório de Epidemiologia e Vigilância em Saúde.
E-mail: kkmartinho@yahoo.com.br

Recibido: 15-VII-2015.
Aceptado: 17-VIII-2015.

Introduction

Vitamin B₁₂ (cobalamin) is essential to the human body and responsible for maintaining neurological functions, red blood cell production and DNA synthesis¹. The human body does not produce this micronutrient, thus it must be obtained by the regular intake of animal-origin proteins and fortified cereal products¹⁻³.

Vitamin B₁₂ deficit in the elderly population caused by stomach problems and inadequate diet has been studied. In the case of inadequate diet, this deficit results from inadequate health conditions due to the loss of teeth (the decreased ingestion of red meat is the main cause), reduced appetite and tolerance to milk and its derivatives^{2,4}. Therefore, the low levels of vitamin B₁₂ found in the elderly population may be associated with gastric atrophy and the production of low intrinsic factors. These two items are responsible for the poor absorption of this micronutrient and it results in vitamin B₁₂ deficiency. Once associated with the evolution of some comorbidities - anemia, neuropathies and cognitive impairments -, vitamin B₁₂ deficiency represents a major public health problem^{2,3,5-7}.

Literature reports that approximately 10% of the non-institutionalized elderly population has vitamin B₁₂ deficiency. This prevalence increases with age and reaches 20% in octogenarians^{2,8-10}. However, the actual prevalence is difficult to measure: studies use different cutoff points to analyze this vitamin deficiency at plasma levels. There are also variations in laboratory test methods used to measure it^{1,11,12}.

Studies on the prevalence of vitamin B₁₂ deficiency are scarce in Brazil. Xavier *et al.* (2010) found prevalence of vitamin B₁₂ deficiency in 11% adult and elderly individuals. Their study compared different methods used to detect this deficiency and showed lower vitamin B₁₂ levels among the elderly. This result was obtained by measuring the methylmalonic acid (MMA). This measurement is considered to be a new alternative, since the serum dosage of vitamin B₁₂ still has some restrictions due to sensitivity problems¹³. Almeida *et al.* (2012) conducted a clinical study on cognitive aging and evaluated mild cognitive impairment and serum levels of vitamin B₁₂ and folic acid¹⁴. These authors observed that the investigated levels were lower in elderly people with mild cognitive impairment, in comparison to those with Alzheimer's disease. The Brazilian studies on the elderly population are focused on mental or neurological disorders such as dementia, Alzheimer's, Parkinson's and psychiatric disorders, which are common diseases in old age¹⁵⁻¹⁸. In addition, there are still scarce studies on this topic, especially population-based studies regarding the community elders.

Thus, the current study tackles the epidemiology of vitamin B₁₂ nutritional deficiency, by determining its prevalence and the factors associated with this condition in non-institutionalized elderly from Viçosa County, Minas Gerais State, Brazil.

Materials and Methods

The current study is part of the project named "Capacidade funcional e autonomia de idosos com Síndrome Metabólica na Estratégia Saúde da Família de Viçosa-MG" (Functional capacity and autonomy of elderly people with Metabolic Syndrome enrolled in the Family Health Strategy Program of Viçosa-MG). It is a cross-sectional study conducted in all Family Health Strategy (ESF - Estratégia Saúde da Família) units in Viçosa / MG, from August 2011 to June 2012. The sample consisted of individuals aged 60 years old or older, from both genders, assisted in the County's ESFs, including its urban and rural areas.

The sample size calculation considered 95% confidence level, 65% MS prevalence¹¹ and 5% tolerated error. Thus, the sample comprised 331 elderly, to which 20% was added to cover possible losses, so the sample totaled 398 elderly. The final sample consisted of 402 elderly. The present study interviewed 402 elderly, and 340 (56.12%) agreed to undergo biochemical tests. Thus, 340 elderly were effectively studied. The sample size calculation was performed using Epi-Info 3.5.1 software.

Data collection was performed in all the ESFs, during two meetings. At the first meeting, the elderly were informed about the research goals and signed the Informed Consent Form. Subsequently, a questionnaire was applied to collect the elderly's socioeconomic and demographic features (date of birth, gender, marital status, education). The participants' socioeconomic classification was performed by applying the questionnaire of the Brazilian Association of Research Companies²⁹. Then, anthropometric assessment was carried out.

Data were collected using a semi-structured questionnaire with mostly closed and pre-coded questions. The questionnaire was directly applied to the elderly. However, if they presented some difficulty, the respondent close to them could help. Approximately 25.7% of the elderly were assisted in some section of the questionnaire, and the assistance was mostly provided by family members (95%).

The biochemical tests consisted of complete blood counts, 15 mL blood sample was collected from each individual by a technician from the Clinical Analysis Laboratory of the Health Division at the Federal University of Viçosa. All the studied participants were instructed to fast for 12 hours before the blood collection²⁰.

Vitamin B₁₂ levels were measured by the DXi *immunoenzymatic analyzer*, from Beckman Coulter, using electrophoresis.

According to the World Health Organization (1968), vitamin B₁₂ measurement may be interpreted according to the following concentrations: deficiency (levels below 80 pg/mL), suggesting deficiency (between 80 and 140 pg/mL) indefinite diagnosis (between 140 and 200 pg/mL) and normal (from 200 to 960 pg/mL)²¹.

According to this criterion, vitamin B₁₂ deficiency was the analyzed dependent variable, and it was defined as plasma levels below 140 pmol/L²¹.

The herein analyzed independent variables were:

- a) Sociodemographic features: gender (female, male), age (60-69, 70-79 and 80 years old and over), education level (five years or more, up to four years and never studied).
- b) Indicators of health conditions and use of health services: history of depression, cardiovascular diseases; cognitive impairment, anemia, number of self-reported diseases (up to four diseases and five or more diseases), functional capacity (adequate and inadequate), nutritional status (normal weight, underweight and overweight), changes in food intake in the last three months (without reduction and with reduction) and hemoglobin (g/dL) and folic acid (ng/mL) levels.

Cognitive impairment was assessed through Mini-Mental State Examination (MMSE), which is composed of questions grouped into seven categories. Each one of them evaluated the deficit of specific cognitive functions: time orientation, local orientation, record of three words, attention and calculation, remembering three words, language and visual constructive capacity. MMSE score could range from a minimum of 0 to a total of 30 points²². Elderly with scores equal to or lower than 13 were classified as “carriers of some cognitive impairment” and those with scores higher than 13 were classified as “without cognitive impairment”^{22,23}.

Anemia was evaluated by measuring plasma hemoglobin levels lower than 12 g/dL for women and 13 g/dL for men in the age group over 60 years old²¹.

Nutritional status was calculated using body mass index (BMI), dividing the weight in kilograms by the height in squared meters (kg / m²). Thus, the herein adopted cutoff points to assess the nutritional status were suggested by Lipschitz^{24,25}: low weight (22kg/m²), normal weight (22-27kg/m²) and overweight (>27kg/m²).

The functional capacity assessment was based on reports from individuals in a range of 12 types of activities among those of daily living (ADLs) and instrumental activities of daily living (IADLs). The herein included ADLs were: bathing, dressing, eating alone, toileting, walking from one room to another in the house and getting out of bed towards the chair. The instrumental activities of daily living (IADLs) were: preparing or cooking food, using the phone, leaving the house and taking a bus, taking medication, handling money, shopping, cleaning the house, washing and ironing²⁶.

Twelve (12) functional activities from the report were analyzed and divided into categories: 1) without difficulty; 2) with little difficulty; 3) with great difficulty; 4) unable; 5) does not apply. Subsequently,

these categories were summed. As for the statistical analysis, the functional capacity variable was dichotomized into appropriate and inadequate²⁵. Thus, individuals who reported some difficulty in performing six or more activities (categories 2 and 3), or individuals who reported they had difficulty in performing at least three out of 12 activities (category 4) were considered to have inadequate functional capacity²⁶.

The EpiInfo software version 6.04 was used to data storage and the Stata software version 9.0 was used to analyze them. The normal distribution of quantitative variables was assessed using Kolmogorov-Smirnov test. Descriptive analysis of the variables was presented by measuring the adequate central and variability tendencies as well as the frequency distribution.

The association among categorical independent variables and the presence of vitamin B₁₂ deficiency were estimated by bivariate analysis using Pearson's chi-square test (χ^2). The significance level adopted in all comparisons was $\alpha=5\%$.

As for the regression analysis, Poisson regression with robust variance was used in order to obtain estimates of prevalence ratios of vitamin B₁₂ deficiency and the respective confidence intervals of 95% (CI 95%).

Bivariate analyses were performed among the dependent and independent variables, and the prevalence ratio (PR) was obtained through Poisson regression as association measure. The multivariate analysis incorporated the variables associated with the outcome from the bivariate analysis, with $p<0.25$, and those with significant association at the level of $p<0.05$ were kept in the final model.

The current study was approved by the Ethics Committee on Human Research of the Federal University of Viçosa (N. 039/2011).

Results

The proportion of men and women was equivalent among the 345 elderly included in the current study, in which women accounted for 49.9%. The mean age was 69.55 years old (SD=7.51 years) with predominance of the age group from 60 to 69 years old (57.31%).

This sample showed mean level of vitamin B₁₂ of 242.43 pg/mL (SD=109.13), corresponding to the normal range for individuals from both genders according to WHO (1968)²¹. The minimum value was 49 pg/mL and the maximum value was 726 pg/mL. The current study found 15.7% suggestive prevalence of vitamin B₁₂ deficiency and 21.27% indeterminate diagnosis.

The total prevalence of vitamin B₁₂ deficiency was 17.4% (95% CI 13.4% - 21.4%). According to table I, there was significant difference in the prevalence of vitamin B₁₂ deficiency regarding education and income, and it was higher in those with no education.

The mean hemoglobin serum level among those with B₁₂ deficiency was 13.71 g/dL (SD=1.35 g/dL)

Table I
Prevalence and prevalence ratio (PR) of vitamin B₁₂ deficiency, according to sociodemographic variables, in elderly individuals from Viçosa, Minas Gerais, 2012

Variables	N	Prevalence (%)	RP (IC _{95%})	p
Sex				
Female	171	15.8	1	
Man	174	19.0	1.20 (0.72 – 1.99)	0.48
Age				
60-70 years	197	13.7	1	
70-80 years	109	21.1	1.54 (0.88 – 2.68)	0.13
> 80 years	39	25.6	1.87 (0.90 – 3.86)	0.09
Education				
> 5 years	42	33.3	1	
1-4 years	221	18.1	2.47 (1.05 – 5.83)	0.03
illiterate	82	7.3	4.55 (1.75 – 11.85)	<0.01

in comparison to the mean of 13.78 g/dL (SD=1.30 g/dL) found among those without deficiency. These differences were not statistically significant (p=0.7). Regarding the folic acid, the means were significantly different (p=0.04), and elderly with vitamin B₁₂ deficiency showed the average of 68.34 ng/mL, whereas those with no deficiency showed 83.00 ng/mL.

The herein studied comorbidities showed statistically significant association between cognitive impairment and vitamin B₁₂ deficiency among the elderly. Among those who self-reported up to four diseases, there was higher prevalence of vitamin B₁₂ deficiency; however, this result did not show statistically significant difference, as it can be seen in table II.

Among the elderly with inadequate functional capacity, 14.7% showed vitamin B₁₂ deficiency. However, the association between inadequate functional capacity and vitamin B₁₂ deficiency was not statistically significant, and there were no significant differences in the prevalence of vitamin B₁₂ deficiency according to the elderly nutritional status and food intake (Table II).

The multivariate analysis found that elderly individuals with cognitive impairment showed prevalence of vitamin B₁₂ deficiency 1.84 times higher (95% CI 1.10-3.07) than those without such comorbidity. This was the only factor independently associated with vitamin B₁₂ deficiency.

Discussion

The current study found mean serum level of vitamin B₁₂ of 242.43 pg/mL and 17.4% (95% CI, 13.4%-21.4%) in the elderly showing deficiency of this vitamin. The results showed to be higher than those found by Framingham, who found 12% vitamin B₁₂ deficiency in the elderly²¹. Lower vitamin B₁₂ deficiency prevalen-

ce (4.5%, 5.0% and 6.0%) was also found in population studies conducted by MacFarlane *et al.* (2011) in the Canadian Health Measures Survey, and in those by Andrés *et al.* (2008) and Clarke *et al.* (2003), respectively^{28,29,3}. Xavier *et al.* (2010) found high prevalence of vitamin B₁₂ deficiency in elderly people (11%). They compared different methods used to detect this deficiency among adult and elderly individuals and found lower vitamin B₁₂ levels within the second group¹³. Despite their results, population studies related to aging and vitamin B₁₂ deficiency are still conflicting, since the literature lists several definitions about the herein presented deficiency, which may range from 2 to 20%, depending on the definition used in the study^{5,11 29}. Despite these issues, the prevalence observed among Viçosa elderly emphasizes the importance of actions to prevent this deficiency within this age group, in order to delay or minimize its consequences.

According to the bivariate analysis, the educational level was an important factor in vitamin B₁₂ deficiency. It was observed that the low education level was associated with the higher prevalence of this micronutrient deficiency. Ferreira *et al.* (2011) and Castro-Costa *et al.* (2011) conducted population studies on the elderly's socio-demographic features and associated low education with cognitive impairment and with the presence of functional incapacity in performing the activities of daily living^{30,31}.

The cognitive impairment showed to be a factor independently associated with vitamin B₁₂ deficiency among the studied elderly. Different studies show that low concentrations of this vitamin are related to cognitive decline, due to neurological degeneration and the presence of spinal cord demyelination and damage to the cerebral white matter³³. Cross-sectional studies conducted by Balk *et al.* (2006) and Vogel *et al.*, (2009) showed positive associations between low vitamin B₁₂

Table II
Prevalence and prevalence ratio (PR) of vitamin B₁₂ deficiency, according to variables such as health and nutrition status in elderly individuals from Viçosa, Minas Gerais, 2012

Variables	N	Prevalence (%)	PR (IC _{95%})	P
History of depression				
No	280	17.5	1	
Yes	65	16.9	0.97 (0.72 – 1.86)	0.48
History of cardiovascular disease				
No	303	17.2	1	
Yes	142	19.0	1.54 (0.88 – 2.68)	0.13
Cognitive impairment			1.87 (0.90 – 3.86)	0.09
No	230	13.9	1	
Yes	107	25.2	1.81 (1.09 – 2.34)	0.02
Anemia				
No	305	16.7	1	
Yes	40	22.5	1.34 (0.66 – 2.73)	0.41
Number of disease				
0-4	214	19.6	1	
>5	131	13.7	0.70 (0.40 – 1.22)	0.34
Functional capacity				
Adequate	290	17.9	1	
Inadequate	54	14.7	0.83 (0.39 – 1.74)	0.61
Nutritional status				
Normal	33	30.3	1	
Under weight	136	16.9	1.79 (0.85 – 3.76)	
Over weight	143	15.4	0.91 (0.51-1.63)	0.75
Food intake				
Without reduction	314	16.9	1	
With reduction	31	22.6	1.34 (0.75 – 2.85)	0.47

levels and lower scores on cognitive tests performed by elderly individuals³¹⁻³⁴. This profile is consistent to that observed in the current study. On the other hand, the cohort study conducted by Clarke *et al.* (2007) found no association between cognitive decline (checked by MMSE scores) and decreased vitamin B₁₂ levels. These authors found high concentrations of homocysteine, which was linked to slow cognition decrease³².

The present study found significant association between folic acid levels and vitamin B₁₂ deficiency. There is consensus among studies that lower folic acid levels are correlated with the worst cognitive performances, especially regarding memory and psychomotor speed¹⁴. There are also studies that report significant association between reduced vitamin B₁₂ levels and cognitive impairment combined with low folic acid concentrations^{8,14}. Thus, the biochemical and health results found in these studies suggest that the reduced levels of folic

acid and vitamin B₁₂ amplify the negative effect on the elderly cognitive performance. However, it is important to consider that methodological differences between the current study and the available literature (such as sample size, source population and the use of different diagnostic criteria), may limit the comparisons^{11,29}.

The mechanisms by which the decrease in folic acid is associated with cognitive changes need to be further elucidated. One possible explanation is the evidence that there is an inverse relation between folic acid and homocysteine levels^{14,34}. The folate in the biochemical chain is responsible for promoting methionine amino acid regeneration from homocysteine. Thus, patients with low folic acid levels may show elevated homocysteine levels, which, in turn, is neurotoxic and may lead to cognitive and degenerative changes³⁵.

The current study found no link between vitamin B₁₂ deficiency and the occurrence of anemia. The same re-

sult was obtained in the Leiden 85-Plus study conducted by den Elzen *et al.* (2008), who made adjustments using confounding variables without changing the results³³. This study goes against the literature, which reports information on the isolated measurement of vitamin B₁₂. This data is not sufficient to result in the elderly anemic condition. Studies, such as that conducted by den Elzen *et al.* (2008), also refer to different tests and cutoff points to measure vitamin B₁₂ and hemoglobin concentrations using biochemical information, such as homocysteine and folic acid concentrations, to complement the studied associations³³. Despite the associations, it was observed that anemia did not remain independently associated with vitamin B₁₂ deficiency in this study. It may partly be due to the small sample size, which was insufficient to demonstrate this relation and also due to the multifactorial and multifactorial character of anemia.

Vitamin B₁₂ deficiency may also be related to the elderly's diet. Pernicious anemia, which results from vitamin B₁₂ deficiency, often affects this population¹². However, this is a limitation of the current study, since the results were significantly different among the elderly with and without food reduction. It is believed that this analysis may get different results by checking the elderly's type of diet and the occurrence of vitamin supplementation. In addition, the literature states that vitamin B₁₂ deficiency can be effectively reversed at low costs, when there is supplementation of this micronutrient in the early onset of symptoms such as fatigue and mental disorders². The OPEN (2011) study suggests that this supplementation should be done in the elderly population even in the absence of established clinical symptoms³⁰.

The current study showed other limitations that should be pointed out. Homocysteine levels were not investigated. The researches were consistent regarding the relation between high levels of this amino acid and the occurrence of brain injury and psychiatric disorders³⁵. Since it is a cross-sectional study, it was not possible to establish the cause and effect relationship between vitamin B₁₂ deficiency and cognitive impairment. Despite these aspects, it is believed that the current paper contributes to studies that emphasize some factors that may interfere in the elderly performance during the natural aging process, especially when they are associated with cognitive impairment. It, in turn, may lead to significant disability and to the loss of elderly's quality of life. Therefore, the herein presented results could provide a comprehensive knowledge about the relation between vitamin B₁₂ deficiency and its impact on this population.

Conclusion

The mean level of vitamin B₁₂ found in the current study was 242.43 pg/mL. It was found 17.4% prevalence of vitamin B₁₂ deficiency in the studied group. This result was higher than that found in other investigated population studies. Cognitive impairment was an

important vitamin B₁₂ deficiency-related variable and it elucidated the association between vitamin B₁₂ levels and health condition indicators among the elderly. This fact reinforces the need for actions to ensure the maintenance of an adequate nutritional status among the elderly, under the perspective of a healthy aging.

References

1. Langan RC, Zawistoski KJ. Update on vitamin B12 deficiency. *American Family Physician* 2011; 83(12):1425-30.
2. Sánchez H, Albala C, Lera L. Comparison of two modes of vitamin B12 supplementation on neuroconduction and cognitive function among older people living in Santiago, Chile: a cluster randomized controlled trial. A study protocol [ISRCTN 02694183]. *Nutricional Journal* 2011; 10:1-9.
3. Clarke R, Refsum H, Birks J. Screening for vitamin B12 and folate deficiency in older persons. *Am Jour Clin Nutrition* 2003; 77:1241-47.
4. Thomson CA, Stanaway JD, Neuhaus ML, Snetselaar LG, Stefanick ML, Arendell L, Chen Z. Nutrient intake and anemia risk in the Women's Health Initiative Observational Study. *Journal of the American Dietetic Association* 2011; 111(4):532-41.
5. Andres E, Loukili NH, Noel E, Kaltenbach G. Vitamin B12 (cobalamin) deficiency in elderly patients. *CMAJ* 2004; 171(3):251-59.
6. WHO/Tufts. Keep fit for life: meeting the nutritional needs of older persons. Geneva: World Health Organization; 2002.
7. Smith AD, Kim YI, Refsum H. Is folic acid good for everyone? *Am Jour Clin Nutrition* 2008; 87:517-33.
8. Hin H, Clarke R, Sherliker P. Clinical relevance of low serum vitamin B12 concentrations in older people: the Banbury B12 study. *Age and Aging* 2006; 35:416-22.
9. Clarke R, Grimley EJ, Refsum H. Vitamin B12 and folate deficiency in older people. *Age Ageing* 2004; 33:34-41.
10. Finch S, Doyle W, Lowe C. National Diet and Nutrition Survey. People Aged 65 and Over. Volume 1. Report of the Diet and Nutritional Survey, SO, London, 1998. Johnson MA, Hausman DB, Davey A, Poon LW, Allen RH, Stabler SP. Vitamin B12 deficiency in african american and White octogenarians and centenarians in Georgia. *Jour Nutri Health Aging* 2010; 14(5):339-45.
11. Johnson MA, Hausman DB, Davey A, Poon LW, Allen RH, Stabler SP. Vitamin B12 deficiency in african american and White octogenarians and centenarians in Georgia. *Jour Nutri Health Aging* 2010; 14(5):339-45.
12. Lippi G, Franchini M, Salvagno GL, Montagnana M, Targher G, Guidi GC. Determinants of anaemia in the very elderly: a major contribution from impaired renal function? *Blood Transfusion* 2010; 8:44-48.
13. Xavier JM, Costa FF, Annichino-Bizzacchi JM, Saad STO. High frequency of vitamin B12 deficiency in a Brazilian population. *Public Health Nutrition* 2010; 13(4):1191-97.
14. Almeida CC, Brentani HP, Forlenzo OV, Diniz BS. Redução dos níveis séricos de ácido fólico em pacientes com doença de Alzheimer. *Rev Psiquiatr Clin* 2012; 39 (3): 90-93.
15. Caramelli P, Barbosa T, Sacurai E, Santos EL, Beato RG, Machado JCB, Guimarães HC, Teixeira AL. The Pietà Study: epidemiological investigation on successful brain aging in Caeté (MG), Brazil. *Arq Neuropsiquiatr* 2011; 69(4):579-84.
16. Scazufca M, Menezes PR, Araya R; São Paulo Ageing & Health Study. Risk factors across the life course and dementia in a Brazilian population: results from the São Paulo Ageing & Health Study (SPAH). *Int J Epidemiol* 2008; 37:879-890.
17. Bottino CM, Azevedo D Jr., Tatsch M. Estimate of dementia prevalence in a community sample from São Paulo, Brazil. *Dement Geriatr Cogn Disord* 2008; 26:291-299.
18. Barcelos-Ferreira R, Pinto JA Jr., Nakano EY, Steffens DC, Litvov J, Bottino CM. Clinically significant depressive symptoms

- and associated factors in community elderly subjects from Sao Paulo, Brazil. *Am J Geriatr Psychiatry* 2009; 17:582-590.
19. World Health Organization. Nutricional anemia: reporto of WHO Scientific Group. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 1968.
 20. Icaza MC, Albala C. Projeto SABE. Minimental State Examination (MMSE) del estudio de dementia em Chile. *Análisis estatístico* 1999;32: 1-18.
 21. Lipschitz DA. Screening for nutritional status in the elderly. *Prim Care* 1994; 21:55-67.
 22. World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva: World Health Organization; 1995. (Technical Re-port Series, 854).
 23. Nascimento CM, Ribeiro AQ, Cotta RMM, Acurcio FA, Peixoto SV, Priore SE, Franceschini SCC. Estado nutricional e fatores associados em idosos do município de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. *Cad. Saúde Pública* 2011; 27(12):2409-2418.
 24. Lindenbaum J, Rosenberg IH, Wilson PW, Stabler SP, Allen RH. Prevalence of cobalamin deficiency in the Framingham elderly population. *Am Jour Clin Nutrition* 1994; 60(1):2-11.
 25. MacFarlane AJ, Greene-Finestone LS, Shi Y. Vitamin B12 and homocysteine status in a folate-replete population: results from the Canadian Health Measures Survey. *Am Jour Clin Nutrition* 2011; 94:1079-87.
 26. Andres E, Vogel T, Federici L, Zimmer J, Ciobanu E, Kaltenbach. Cobalamin deficiency in elderly patients: a personal viem. *Current Gerontol and Geriatrics Research* 2008:1-7.
 27. Ferreira PCS, Tavares DMS, Rodrigues RAP. Características sociodemográficas, capacidade funcional e morbidades entre idosos com ou sem declínio cognitivo. *Acta Paul de Enfermagem* 2011; 24(1):29-35.
 28. Castro-Costa EC, Dewey ME, Uchôa E, Firmo JOA, Lima-Costa MF, Stewart R. Trajectories og cognitive decline over 10 years in a Brazilian eledery population: *the Bambuí Cohort of Aging* 2011;27(supl.3):345-50.
 29. Balk E, Chung M, Raman G. Vitamins and berries and age-related neurodegenerative disorders. Evidence Report/Technology Assessment n° 134, AHRQ Publication n° 06-E008. Rockville, MD: Agency for Health-care Research and Quality,2006.
 30. Vogel T, Dali-Youcef N, Kaltenbach G. Homocysteine, vitamin B12, folate and cognitive functions: a systematic and critical review of the literature. *International Jour Clin Practice* 2009; 63:1061-67.
 31. Clarke R, Birks J, Nexo E. Low vitamin B12 status and risk of cognitive decline in older adults. *Am Jour Clin Nutrition* 2007; 86:1384-91.
 32. Daviglus ML, Plassman BL, Pirzada A, Bell CC, Bowen PE, Burke JR, *et al.* Risk Factors and Preventive Interventions for Alzheimer Disease: State of the Science. *Arch Neurol* 2011;68:1185-90.
 33. Den Elzen WPJ, Weele GMVD, Gussekloo J, Westendorp RGJ, Assendelft WJJ. Subnormal vitamin B12 concentrations and anaemia in older people: a systematic review. *BMC Geriatrics* 2010; 10:42.
 34. Dangour AD, Allen E, Clarke R, Elbourne D, Fasey N, Fletcher AE, Letley L, Richards M, Whyte K, Mills K, Uady R. A randomised controlled trial investigating the effect of vitamin B12 supplementation on neurological function in healthy older people: the Older People and Enhanced Neurological function (OPEN) study protocol [ISRCTN54195799]. *Nutricional Journal* 2011; 10:22.
 35. Sachdev P. Homocisteína e transtornos psiquiátricos. *Ver Bras Psiquiatr* 2004;26(1):50- 56.



Original/*Ancianos*

Desnutrición en el paciente anciano al ingreso hospitalario, un viejo problema sin solucionar

Lorena Rentero Redondo¹, Carles Iniesta Navalón¹, Juan José Gascón Cánovas², Cristina Tomás Jiménez³ y Carmen Sánchez Álvarez⁴

¹Servicio de Farmacia Hospital General Universitario Reina Sofía, Murcia. ²Departamento de Salud Pública Universidad de Medicina, Murcia. ³Servicio de Medicina Interna Hospital General Universitario Reina Sofía, Murcia. ⁴Servicio de Cuidados Intensivos. Unidad de Nutrición. Hospital General Universitario Reina Sofía, Murcia, España.

Resumen

Objetivo: determinar la prevalencia de desnutrición en pacientes con edad igual o superior a 65 años al ingreso hospitalario y los factores asociados a su presencia. Analizar el exceso de estancia hospitalaria (EEH), el impacto económico y la tasa de reingresos prematuros asociados a la desnutrición hospitalaria en pacientes de edad avanzada.

Material y métodos: estudio retrospectivo realizado en el Hospital Universitario Reina Sofía. Se incluyeron todos los pacientes con edad igual o mayor a 65 años que ingresaron en Medicina Interna durante 2011. Se calculó el tamaño muestral teniendo en cuenta los ingresos del año anterior, y considerando una prevalencia de desnutrición del 50% con un IC 95% y un error del 5%. Para definir el grado de desnutrición se empleó la herramienta Control Nutricional (CONUT), que establece una puntuación basada en la determinación de albúmina, colesterol total y linfocitos. Para determinar los factores asociados a la presencia de desnutrición moderada-grave se realizó un análisis de regresión logística multivariante. Para cada paciente se calculó el EEH, los reingresos prematuros y el coste asociado al EEH. Para todos los análisis se utilizó un dintel de significación estadística de 0,05 y se realizaron con el paquete estadístico SPSS v15.0.

Resultados: se incluyeron 310 pacientes, de los cuales el 54,2% fueron mujeres, la edad media fue de 80,1 años (DE: 6,8), con un rango entre 65 y 95 años. En cuanto al diagnóstico al ingreso, el 27,4% correspondían a enfermedades del aparato respiratorio, 22,6% del circulatorio y 11,6% del digestivo. La mediana del Índice de Charlson fue de 2,0, encontrando que el 36,8% de los pacientes presentaban una comorbilidad alta. Las patologías crónicas más prevalentes fueron la diabetes mellitus (44,2%), la enfermedad renal crónica (25,2%) y la demencia (10,6). En relación con el CONUT, el 75,8% de los pacientes presentaban criterios de desnutrición: el 42,6% leve, el 28,7% moderada y el 4,5% grave, de estos, solo un 46,6% tuvo algún tipo de soporte nutricional durante el ingreso. Los factores asocia-

MALNUTRITION IN THE ELDERLY PATIENT TO HOSPITAL ADMISSION, AN OLD PROBLEM UNSOLVED

Abstract

Objective: to determine the prevalence of malnutrition in patients aged 65 years or more at admission and factors associated with its presence. Analyze excess hospital stay (EHS), economic impact and premature readmission rate associated with hospital malnutrition in elderly patient.

Material and method: retrospective study conducted at the University Hospital Reina Sofía. All patients aged 65 years or older admitted to internal medicine in 2011. The sample size was calculated taking into account the income of the previous year, and considering a prevalence of malnutrition of 50% with a 95% and included error of 5%. To define the degree of malnutrition nutritional control tool (CONUT), which establishes a score based on albumin, total cholesterol and lymphocyte determination was used. To determine the factors associated with the presence of moderate to severe malnutrition analysis of multivariate logistic regression was performed. For each patient the EHS, premature readmissions and the associated cost to EHS was calculated. A threshold of statistical significance of 0.05 was used for all analyzes and were performed with SPSS v15.0.

Results: 310 patients, of whom 54.2% were women were included, the mean age was 80.1 years (SD: 6.8), ranging between 65 and 95 years. Regarding diagnosis at admission 27.4% were respiratory diseases, 22.6% of the circulatory and digestive 11.6%. The median Charlson index was 2.0, found that 36.8% of patients had high comorbidity. The most prevalent chronic diseases were diabetes mellitus (44.2%), chronic kidney disease (25.2%) and dementia (10.6). Regarding the CONUT, 75.8% of patients met the criteria of malnutrition: 42.6% mild, 28.7% moderate and severe 4.5%, of which only 46.6%

Correspondencia: Lorena Rentero Redondo.
Avd/ Juan de Borbón n.º 96 7.º F.
30007 Murcia, España.
E-mail: lorenarentero13@hotmail.com

Recibido: 31-VII-2015.
Aceptado: 19-VIII-2015.

dos a la presencia de desnutrición moderada-grave fueron el sexo femenino (OR: 1,7; IC 95 %: 1,1–2,8), edad mayor de 80 años (OR: 2,0, IC 95 %: 1,2–3,5), y la demencia (OR: 2,4; IC 95 %: 1,2–5,2). No se encontró asociación con la comorbilidad ni con otras patologías crónicas. Respecto al EEH (días), se encontraron diferencias entre los pacientes con desnutrición moderada-grave (4,7; IC 95 %: 2,3–7,1) y normonutridos (-0,1; IC 95 %: -1,4–1,2) ($p=0,001$), no siendo así para los casos de desnutrición leve (1,6; IC 95 %: 0,5–2,8) ($p=0,07$). En relación a la tasa de reingresos prematuros en pacientes desnutridos fue de 28/235 (11,9%). El coste asociado al EEH/100 pacientes fue de 195.479,4 € para la desnutrición grave-moderada, 73.484,8 € desnutrición leve, mientras que en los pacientes normonutridos supuso un ahorro de 12.353 €.

Conclusiones: la desnutrición hospitalaria en el paciente anciano sigue siendo un problema sin resolver, dada la elevada prevalencia encontrada, asociándose a un exceso de estancia hospitalaria y a un aumento del gasto hospitalario, especialmente en pacientes con desnutrición moderada-severa. El CONUT es una herramienta de cribado nutricional de gran utilidad por la rapidez y validez de sus resultados, y permite detectar pacientes con riesgo o alerta nutricional, sin suponer un incremento de costes.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:2169-2177)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9712

Palabras clave: *Desnutrición. Anciano. Ingreso. Cribado nutricional.*

Abreviaturas

EEH: Exceso de Estancia Hospitalaria.
IC: Intervalo de Confianza.
IMC: Índice de Masa Corporal.
CMBD: Conjunto Mínimo de Base de Datos.
GRD: Grupo Relacionado con el Diagnóstico.
DE: Desviación Estandar.
ICC: Insuficiencia Cardíaca Congestiva.

Introducción

Es conocida desde hace cerca de 40 años la alta prevalencia de la desnutrición en hospitales y centros de larga estancia y de convalecencia, así como el gran coste sanitario y económico que implica, todavía sin resolver¹⁻⁴. La transcendencia de este hecho ha provocado acuerdos a nivel mundial, europeo y nacional para detectarla precozmente y controlar su evolución⁵⁻⁸. Sin embargo, en la actualidad la desnutrición continúa siendo la causa más frecuente de mortalidad y uno de los principales problemas de salud en todo el mundo, afectando de forma muy especial a un colectivo concreto, como es el de los ancianos hospitalizados, donde la incapacidad y la enfermedad son comunes⁹.

España es uno de los países europeos que ha envejecido más rápidamente a lo largo del siglo XX, hay 8.438.497 de personas mayores de 65 años, lo que supone un 18% de toda la población y se estima que

had some nutritional support during admission. Factors associated with the presence of moderate to severe malnutrition were female gender (OR: 1.7; 95 %: 1.1–2.8), age over 80 years (OR: 2.0, IC 95 %: 1.2–3.5), and dementia (OR: 2.4; IC 95 %: 1.2–5.2). No association with comorbidity or with other chronic diseases was found. Regarding the EHS (days) differences between patients with moderate to severe malnutrition (4.7; IC 95 %: 2.3–7.1) and normally nourished (-0.1; IC 95 %: -1.4–1.2) ($p=0.001$) were found, but were not for cases of mild malnutrition (1.6, 95 %: 0.5–2.8) ($p=0.07$). Regarding the rate of premature readmission in malnourished patients was 28/235 (11.9%). The cost associated with EHS / 100 patients was € 195 479.4 for moderate malnutrition, mild malnutrition € 73 484.8, and normally nourished patients represented a saving of € 12 353.

Conclusions: hospital malnutrition in elderly patients remains an unsolved problem, given the high prevalence found, associated to an excess of hospital stay and increased hospital costs, especially in patients with moderate to severe malnutrition. The CONUT is a nutritional screening tool very useful for the speed and validity of their results, and allows detecting patients at risk or nutritional alert without lead to increased costs.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:2169-2177)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9712

Key words: *Malnutrition. Elderly. Admission. Nutritional screening.*

llegará a los 12 millones de personas en el año 2050, lo que supondrá aproximadamente el 30% de la población total¹⁸. La malnutrición en el anciano es un tema de preocupación importante no sólo es signo de enfermedad, sino que su presencia afecta a su estado funcional y cognitivo, incrementando la utilización de los servicios de salud, la institucionalización prematura y aumentando el consumo de recursos sanitarios y sociales¹⁹.

Una adecuada alimentación del paciente es imprescindible como parte integrada del resto del tratamiento y debe tener como objetivo restablecer la salud ayudando a curar la enfermedad de base, evitar sus complicaciones y reducir al máximo la duración de la estancia hospitalaria, tanto en beneficio del propio paciente, objetivo primordial, como del coste económico que ello supone¹⁰. Así bien, los costes hospitalarios pueden llegar a ser hasta un 75% más elevado en el paciente malnutrido, tanto por la prolongación de su estancia como por el aumento de la utilización de recursos para la atención y tratamiento de las complicaciones asociadas¹¹.

La falta de sensibilización ante este problema por parte de los profesionales sanitarios, tanto por la escasa formación recibida en materia de nutrición, como por el desconocimiento de la transcendencia de la malnutrición en la evolución del paciente, y el desconocimiento de los sistemas de soporte nutricional disponibles hace que no se apliquen las medidas de detección y control de los pacientes con problemas de desnutrición¹².

Las herramientas de cribado nutricional permiten la identificación presuntiva, en grupos poblacionales, mediante pruebas de actuación rápida, de sujetos en situación o riesgo de desnutrición, con el objeto de actuar precozmente sobre ellos¹⁴. Una herramienta de filtro debe diferenciarse claramente de una evaluación nutricional completa ya que ésta se debe realizar al mayor número posible de pacientes basándose en medidas y procedimientos fáciles de obtener y con un coste mínimo debiendo aportar datos comparables, reproducibles, significativos y fiables¹³.

No existe ningún método estándar de valoración del estado nutricional que permita el cribado de toda la población hospitalizada^{15,16}. La herramienta CONUT, es un sistema de cribado automatizado, desarrollado en el Hospital Universitario de La Princesa, de Madrid que permite valorar a diario, la situación nutricional de los pacientes ingresados a los que se practica un análisis de rutina utilizando dos parámetros bioquímicos (albúmina sérica y colesterol) y uno inmunológico (linfocitos totales)¹². Dicha información está basada en parámetros objetivos ya disponibles, porque son recogidos para otros fines, y por tanto no hay necesidad de tener que realizar pruebas analíticas adicionales al paciente y por lo tanto no aumentan los costes¹⁷.

Y es que proporcionar la nutrición adecuada de forma temprana tras la admisión en el hospital contribuye a mejorar los resultados clínicos en todas sus facetas, a reducir los días de estancia y a mejorar la utilización de los recursos disponibles¹⁰.

El objetivo principal del estudio fue determinar la prevalencia de desnutrición en los pacientes con edad igual o superior a 65 años al ingreso hospitalario y los factores asociados a su presencia. Como objetivos secundarios se analizó el exceso de estancia hospitalaria (EEH), impacto económico y la tasa de reingresos prematuros asociados a la desnutrición hospitalaria en paciente de edad avanzada.

Material y método

Diseño del estudio

Estudio observacional retrospectivo realizado en un hospital de referencia de área de 330 camas. Se incluyeron todos los pacientes con edad igual o mayor a 65 años que ingresaron en Medicina Interna durante 2011. Se excluyeron aquellos pacientes de los que no se disponía analítica de ingreso con los parámetros necesarios para la determinación del estado nutricional (albúmina, colesterol y linfocitos).

Cálculo del tamaño de muestra

El cálculo del tamaño muestral se realizó teniendo en cuenta los pacientes con edad igual o mayor a 65 años que ingresaron en Medicina Interna durante el periodo

de estudio (N=1553) y considerando una prevalencia de desnutrición del 50% con un intervalo de confianza (IC) del 95% y un error de estimación del 5%. Para seleccionar los pacientes a incluir se diseñó un plan de muestreo en el que cada sujeto tuvo una probabilidad de ser incluido de 0.20 de ser incluido en la muestra de estudio.

Fuentes de información

A partir de la historia clínica informatizada se obtuvieron los datos demográficos (sexo y edad), antropométricos (peso, talla, IMC) y clínicos (diagnóstico al ingreso, antecedentes patológicos, y determinaciones analíticas de albúmina, colesterol total y linfocitos). La comorbilidad se evaluó mediante el Índice de Charlson abreviado²⁰. Del Conjunto Mínimo de Base de Datos (CMBD) se recogió la estancia hospitalaria, el grupo relacionado con el diagnóstico al alta (GRD), los reingresos y la mortalidad. Por último el coste por GRD y la estancia esperada fue facilitado por el Servicio de Documentación Clínica del hospital.

Evaluación del estado nutricional

La evaluación del estado nutricional se realizó a partir de la analítica realizada en las primeras 48 h del ingreso hospitalario. Para definir el grado de desnutrición se empleó la herramienta de Control Nutricional (CONUT)¹⁷ que dispone de una sensibilidad del 92,3% y especificidad del 85%. Dicha herramienta establece una puntuación basada en las determinaciones de albúmina (3,5 a 4,5 gr/dl, 0 puntos; de 3 a 3,49, 2 puntos; de 2,5 a 2,9, 4 puntos y menos de 2,5 g/dl, 6 puntos), linfocitos totales (más de 1.600 linfocitos/ml, 0 puntos; entre 1.200 y 1.599, 1 punto; entre 800 y 1.200, 2 puntos; menos de 800 linfocitos/ml, 3 puntos) y colesterol (mayor de 180 mg/dl, 0 puntos; entre 140 y 180, 1 punto; entre 100 y 139, 2 puntos y menos de 100 mg/dl, 3 puntos) que se correlaciona con los diferentes grados de desnutrición (Tabla I). La puntuación global obtenida a partir de las puntuaciones obtenidas en cada determinación se correlaciona con estado nutricional normal (0-1 punto), desnutrición leve (2-4 puntos), moderada (5-8 puntos) o desnutrición grave (más de 8 puntos).

Reingreso prematuro, anual y mortalidad

Se determinó la tasa de reingreso anual y prematuro, entendida esta al hecho de que un mismo sujeto volviera a ingresar en un período inferior o igual a 31 días desde la última fecha de alta²¹.

Se determinó la mortalidad producidas en reingresos posteriores durante un periodo de 12 meses.

Costes

El cálculo del coste asociado a la desnutrición se realizó a partir del EEH y el GRD al alta. Para cada

Tabla I
Grado de desnutrición según la herramienta CONUT

<i>Parámetros</i>		<i>Riesgo de desnutrición</i>		
		<i>Leve</i>	<i>Moderado</i>	<i>Grave</i>
Albúmina	≥ 3.50	3.00-3.49	2.50-2.99	<2.50
Puntuación	0	2	4	6
Linfocitos Totales	≥ 1,600	1,200-1,599	800-1,199	<800
Puntuación	0	1	2	3
Colesterol Total	≥ 180	140-179	100-139	<100
Puntuación	0	1	2	3
Interpretación				
Puntuación total	0-1	2-4	5-8	9-12
Alerta de desnutrición		Baja	Moderada	Alta

paciente se calculó el EEH, establecida como la diferencia entre la estancia hospitalaria real y la esperada, según el GRD al alta. Posteriormente se calculó para cada paciente el coste asociado al EEH, multiplicando el coste GRD/día por el EEH.

Variables del estudio

Las variables analizadas fueron la edad, el sexo, el grado de comorbilidad según el Índice de Charlson, la presencia de enfermedades asociadas a la desnutrición (disfagia, demencia, úlceras por presión diabetes, pancreatitis, enfermedad hepática, enfermedad renal crónica, sepsis y cáncer). También analizó la concentración de albúmina sérica y de colesterol y el recuento de linfocitos. Los datos fueron recogidos en una base de datos diseñada ad hoc en Access 2010®.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo para las variables de interés expresando las variables cuantitativas como medias y desviación estándar y los resultados de las variables cualitativas en porcentajes se expresaron con frecuencias y porcentajes.

Para llevar a cabo las comparaciones de medias entre variables numéricas y el estado nutricional se utilizó el test de Kruskal Wallis debido a que no cumplían el criterio de normalidad. Para determinar la asociación entre variables cualitativas (reingreso prematuro, reingreso anual y mortalidad anual), y la presencia de desnutrición moderada grave se utilizó el test de Chi cuadrado. Para determinar los factores asociados a la presencia de desnutrición moderada-grave se realizó un análisis de regresión logística multivariante. Dicha regresión se realizó mediante la introducción de variables "paso a paso" hacia adelante. Se incluyeron en el análisis de regresión logística multivariante aquellas variables con significación estadística en el análisis de regresión logística univariante. Para todos los análisis se utilizó un nivel de significación de 0,05 y se realizaron con el paquete estadístico SPSS versión 19.0.

Resultados

Se incluyeron un total de 310 pacientes de los cuales 168 (54,2%) fueron mujeres. La edad media fue de 80,1 años (DE: 6,8), con un rango entre 65 y 91 años. El 55,2% tenían una edad comprendida entre los 81 y 91 años (Tabla II). Los principales GRD al alta fueron: insuficiencia cardiaca y shock (8,7%), neumonía simple y otros trastornos respiratorios con complicación mayor (8,1%), e Insuficiencia Cardíaca Congestiva (ICC) y arritmia cardiaca con complicación mayor (6,5%) (Tabla III). Las enfermedades crónicas más prevalentes fueron la diabetes mellitus (44,2%) seguido de la enfermedad renal crónica (25,2%) y la demencia (10,6%). La mediana del Índice de Charlson fue de 2, encontrando que el 36,8 % de los pacientes presentaba una comorbilidad alta (Tabla II).

De acuerdo con los parámetros bioquímicos, el 33,2% presentaban al ingreso una desnutrición moderada-grave (28,7% moderada y el 4,5% grave), el 42,6% desnutrición leve y el 24,25% presentaban un estado nutricional normal. Al comparar pacientes normonutridos frente a desnutridos (leve, moderado y grave) encontramos diferencias entre el estado nutricional y el sexo ($p=0,020$), edad ($p=0,042$), el diagnóstico de sepsis ($p<0,001$) y la estancia hospitalaria ($p=0,002$). En cuanto a los parámetros analíticos albúmina, colesterol y linfocitos observamos diferencias con la desnutrición ($p<0,001$). No se hallaron diferencias estadísticamente significativas con la comorbilidad ($p=0,864$); ni con enfermedades que aumentan el riesgo de desnutrición como la demencia ($p=0,058$), diabetes ($p=0,111$), enfermedad hepática ($p=0,822$), enfermedad renal crónica ($p=0,429$) y neoplasia ($p=0,191$) (Tabla IV).

La prevalencia de reingresos prematuro y anual fue de 11,0% y 37,7% respectivamente, no mostrando asociación estadísticamente significativa con

Tabla II <i>Características principales de la población de estudio</i>						
	<i>Mujeres (n = 168)</i>		<i>Hombres (n = 142)</i>		<i>Total (n = 310)</i>	
	<i>n pacientes (%)</i>		<i>n pacientes(%)</i>		<i>n pacientes (%)</i>	
Edad 2 grupos						
65 a 80 años	63	(37,5)	76	(53,5)	139	(44,8)
81 a 95 años	105	(62,5)	66	(46,59)	171	(55,2)
Comorbilidad Charlson						
Ausente	65	(38,7)	47	(33,1)	112	(36,1)
Leve	47	(28,0)	37	(26,1)	84	(27,1)
Moderada	56	(33,3)	58	(40,8)	114	(36,8)
Caquexia	1	(0,6)	0	(0)	1	(0,3)
Disfagia	1	(0,6)	2	(1,4)	3	(1,0)
Demencia	23	(13,7)	10	(7,0)	33	(10,6)
Úlceras presión	12	(7,1)	4	(2,8)	16	(5,2)
Diabetes	78	(46,4)	59	(41,5)	137	(44,2)
Pancreatitis	1	(0,6)	5	(3,5)	6	(1,9)
Enfermedad hepática	13	(7,7)	9	(6,3)	22	(7,1)
Insuficiencia renal crónica	43	(25,6)	35	(24,6)	78	(25,2)
Sepsis	17	(10,1)	13	(9,2)	30	(9,7)
Neoplasia	7	(4,2)	15	(10,6)	22	(7,1)
	Media	(DE)	Media	(DE)	Media	(DE)
Edad	80,2	(7,0)	79,6	(6,5)	80,1	(6,8)

Tabla III <i>Distribución de los principales GRD al alta</i>		
<i>Código</i>	<i>Literal GRD</i>	<i>Frecuencia</i>
127	Insuficiencia cardíaca y shock	8,71
541	Neumonía simple y otros trastornos respiratorios excepto Bronquitis y asma con complicación mayor	8,06
544	ICC y arritmia cardíaca con complicación mayor	6,45
584	Septicemia con complicación mayor	5,16
101	Otros diagnósticos de aparato respiratorio con complicación	4,52
88	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	2,90
395	Trastornos de los hematíes edad > 17	2,58
416	Septicemia edad > 17	2,26
87	Hemorragia gastrointestinal con complicación	2,26
174	Edema pulmonar y insuficiencia respiratoria	2,26

GRD: Grupo relacionado con el diagnóstico.

la desnutrición grave moderada (OR: 1,9; IC95%: 0,9–4,0) y (OR:1,2; IC95%: 0,7–2,0) respectivamente. En cambio en la mortalidad si se encontró asociación con la desnutrición moderada-grave con una incidencia global del 19,0% (OR:2,1; IC95%: 1,2–3,8).

El EEH para los pacientes con desnutrición leve y moderada-severa fue de 1,68 (DE: 6,7) y 4,71 (DE: 12,1) días respectivamente, frente a -0,12 (DE: 5,5) días encontrada en pacientes normonutridos, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($p=0,017$). En cuanto a la incremento de coste/100 pa-

Tabla IV
Distribución del estado nutricional de la población de estudio (n = 310)

	<i>Normal (n = 75)</i>		<i>Desnutricion leve (n = 132)</i>		<i>Desnutricion moderada- grave (n = 103)</i>		<i>p</i>
	<i>n pacientes (%)</i>		<i>n pacientes(%)</i>		<i>n pacientes (%)</i>		
Sexo							
Hombre	22	(29,3)	63	(47,7)	57	(55,3)	0.020
Mujer	53	(70.7)	69	(52.3)	46	(44.7)	
Edad 2 grupos							
65 a 80 años	41	(54,7)	61	(46,2)	37	(35,9)	0.042
81 a 95 años	34	(45.3)	71	(53,8)	66	(64,1)	
Comorbilidad							
Ausente	26	(34,7)	48	(36,4)	38	(36,9)	0.864
Leve	23	(36,7)	32	(24,2)	29	(28,2)	
Moderada	26	(34,7)	52	(39,4)	36	(35,0)	
Demencia	5	(6.7)	11	(8,3)	17	(16,5)	0.058
Diabetes	41	(54.7)	54	(40,9)	42	(40,8)	0.111
Enfermedad hepatica	6	(8,0)	10	(7,6)	6	(5,8)	0.822
ERC*	16	(21,3)	38	(28,8)	24	(23,3)	0.429
Sepsis	1	(1,3)	7	(5,7)	22	(21,4)	<0.001
Neoplasia	3	(4,0)	8	(6,1)	11	(10,7)	0.191
	Media	(DE)	Media	(DE)	Media	(DE)	
Edad	78,8	(7,7)	80,0	(7,0)	81,5	(5,6)	0.049
Estancia hospitalaria	9,3	(5,5)	11,1	(6,7)	15,4	(12,7)	0.002
Albumina (g/dl)	4,0	(0,3)	3,7	(0,4)	2,9	(0,5)	<0.001
Colesterol total (mg/dl)	190	(36,0)	159	(35,1)	133	(31,3)	<0.001
Linfocitos (x10³)	2,0	(0,6)	1,3	(0,6)	1,0	(0,5)	<0.001

Tabla V
Impacto económico

	<i>Normal</i>		<i>Leve</i>		<i>Moderada-grave</i>	
Estancia GRD Norma (días)	9.4	(3.3)	9.4	(2.3)	10.7	(6.1)
Estancia real (días)	9.3	(5.5)	11.1	(6.6)	15.4	(12.6)
Tarifa GRD (€)	3547.5	(1752.3)	3637.6	(1398.8)	4862.5	(6120)
Coste real (€)	3424.0	(2124.6)	4372.5	(3365.5)	6817	(6897.5)
Diferencia coste total*	-12.353		73.484,8		195.479,4	

GRD: grupo relacionado con el diagnóstico. *referido a 100 pacientes.

cientes ingresados fue de 73.484,8€ para los pacientes con desnutrición leve, 195.479,4€ con desnutrición moderada-grave y para los pacientes normonutridos supuso un ahorro de -12.353€ (Tabla V).

Las variables independientemente asociadas a una mayor prevalencia de desnutrición fueron sexo femenino

(OR: 0,45; IC95%:0,27–0,77), edad superior a 80 años (OR:2,01; IC95%: 3,50), la demencia (OR: 2,40; IC95%: 1,23–5,21) y la sepsis (OR: 6,55;IC95%: 2,63–16,34). No se encontró asociación con la comorbilidad, ni con enfermedades crónicas como la diabetes, hepatopatía, enfermedad renal crónica ni cáncer (Tabla VI).

Tabla VI
Factores asociados a la desnutrición moderada-grave

	Análisis univariante*		Análisis multivariante*	
	Odds ratio [IC 95%]		Odds ratio [IC 95%]	
Sexo				
Mujer	0,56	[0,35 – 0,91]	0,45	[0,27 – 0,77]
Hombre	Ref.		Ref.	
Edad 2 grupos				
65 a 80 años	Ref.		Ref.	
81 a 95 años	1,73	[1,12 – 2,83]	2,01	[1,17 – 3,50]
Comorbilidad Charlson				
Ausente	Ref.		–	
Leve	1,02	[0,57 – 1,86]	–	
Moderada	0,90	[0,52 – 1,57]	–	
Demencia	2,36	[1,14 – 4,89]	2,40	[1,23 – 5,21]
Diabetes	0,81	[0,50 – 1,31]	–	
Enfermedad hepática	0,74	[0,28 – 1,95]	–	
Insuficiencia renal crónica	0,86	[0,50 – 1,50]	–	
Sepsis	6,76	[2,89 – 15,80]	6,55	[2,63 – 16,34]
Neoplasia	2,13	[0,89 – 5,10]	–	

Discusión

De acuerdo con nuestros resultados 3 de cada 4 ancianos presentan desnutrición al ingreso hospitalario coincidiendo con otros trabajos realizados²²⁻²⁵, y es que la nutrición no se considera prioritaria en el colectivo sanitario. Afortunadamente, cada vez un mayor número de profesionales sanitarios han tomado conciencia de la estrecha relación existente entre la nutrición, las enfermedades y la respuesta a los tratamientos. Así pues, a pesar de la mayor sensibilización de los profesionales y del perfeccionamiento de las técnicas de valoración y soporte nutricional, se siguen manteniendo los valores de prevalencia de desnutrición hospitalaria de los primeros estudios de Bristian y Blackburn^{26,27}.

Al revisar la bibliografía encontramos que existe mucha disparidad de resultados que puede deberse en parte, a la gran variedad de herramientas que existen para valorar el grado de desnutrición. Algunos autores discrepan sobre la utilidad de los parámetros analíticos en la valoración del estado nutricional, mientras que otros consideran que son indicadores válidos del riesgo y el pronóstico nutricional, además de ser muy útiles para el cribado de la desnutrición^{17,28,29} además las herramientas de cribado nutricional que emplean parámetros analíticos son mucho más sencillas, fiables, prácticas, versátiles y eficientes, permitiendo entrar en el terreno de la previsión del riesgo nutricional y pronóstico de procesos^{30,31}.

Es cierto que los parámetros analíticos que componen el CONUT (albúmina, colesterol y linfocitos) pueden comprometer la especificidad del cribado nutricional al verse alteradas por diversas situaciones "no nutricionales", así cabe destacar que la media del recuento de linfocitos fue de 1900 células/ml este valor es superior a la media reportada en otros estudios^{23,32}. Este hecho puede ser debido a que uno de los diagnósticos de ingreso mas prevalentes de los pacientes incluidos en nuestro estudio estuvo relacionado con las enfermedades infecciosas y con enfermedades del aparato respiratorio. A la vista de estos resultados se puede pensar que las herramientas basadas en parámetros analíticos no son adecuadas para su empleo como herramienta de cribado nutricional. Sin embargo coincidimos con Ulibarri¹⁴ en señalar que el hecho de que la disminución en la concentración de albúmina, colesterol y linfocitos totales no sean producidas por una desnutrición primaria, no invalida el uso, ya que esta disminución provoca un desequilibrio nutricional del medio interno lo que conlleva un incremento del riesgo nutricional. Pudiendo no ser una consecuencia, pero sí causa de desnutrición y de sus riesgos.

La patología de base se convierte en un elemento clave para la aparición de desnutrición y es que, se sabe que más de la mitad de los pacientes diagnosticados de cáncer presentan desnutrición, con mayor frecuencia en los cánceres de pulmón, hígado, colon, mama, hematológico y orofaríngeo³³. En nuestro estudio al haberse realizado en un hospital que no dispone de la especia-

lidad médica de Oncología, la prevalencia de pacientes con algún proceso oncológico fue mucho más baja (7,1%) que la observada en otros trabajos similares⁴.

Otro elemento clave en la prevalencia de desnutrición es la edad, así en el estudio realizado en 31 hospitales españoles por Álvarez et al³, al igual que en nuestro estudio, se confirma como factor asociado a la desnutrición la edad superior a 70 años y es que la población anciana es una de las más vulnerables a la desnutrición, y aunque ésta no esté ligada exclusivamente al envejecimiento, debería prevenirse y diagnosticarse tempranamente, ya que es difícil de recuperar una vez instaurada.

El EEH y el reingreso hospitalario, es especialmente trascendente para el paciente que lo experimenta pero también para los gestores, ya que el alto coste sanitario y económico derivado de los reingresos innecesarios, hace que éste sea un indicador de calidad asistencial de interés para todos los clínicos y gestores³⁴. Nuestros datos coinciden con los de otros autores al destacar que los pacientes desnutridos están ingresados una media de 6 días más que los pacientes normonutridos y vuelven a ingresar en un periodo inferior a los 30 días tras su alta hospitalaria³⁵⁻³⁷. Este exceso de estancia se traduce en un aumento del gasto, ya en 1997, Chima et al³⁸ demostraron en un estudio prospectivo que, los pacientes que ingresaban en un hospital con desnutrición tenían unas estancias más prolongadas con unos mayores costes hospitalarios (6.196 \$ frente a 4.563 \$) 15 años más tarde observamos esto mismo en nuestro estudio y es que existe una diferencia de 1.315€ por cada paciente desnutrido. Esta asociación es similar a los resultados de otros estudios nacionales e internacionales^{33,36}.

Una de las limitaciones más importantes del estudio puede derivar de ser un estudio retrospectivo lo que nos ha impedido determinar algunos parámetros antropométricos, aunque algunos autores opinan que estos parámetros no son un índice fiable en el anciano³².

La desnutrición hospitalaria en paciente anciano sigue siendo un problema sin resolver, ya que uno de cada tres pacientes mayores de 65 años que ingresan en nuestro hospital está desnutrido y esto se asocia directamente con un exceso de estancia hospitalaria y un aumento de los costes para el sistema de salud. Dada la alta prevalencia de la malnutrición y su repercusión en la morbilidad y mortalidad de los pacientes y los costes de salud, las medidas de cribado nutricional deberían estar colocadas como un primer escalón en el plan para los pacientes en una atención integrada tanto en los centros de salud como en los hospitales españoles. El CONUT es una herramienta de cribado nutricional de gran utilidad por la sencillez, la rapidez y validez de sus resultados, y porque no supone un incremento de costes.

Referencias

1. The Fight Against Malnutrition Final Declaration. [Consultado 2-10-2014]. Disponible en: http://www.espen.org/files/POLSPEN-application_for_MNII_Grant_2013-new_version.pdf
2. Ljungqvist O, van Gossum A, Sanz M, de Man F. The European fight against malnutrition. *Clin Nutr* 2010; 29: 149-50.
3. Álvarez-Hernández, J, Planas Vilá, M, León-Sanz, M. Prevalence and costs of malnutrition in hospitalized patients: the PREDyCES® Study. *Nutr Hosp* 2012; 27 (4): 1049-59.
4. Pérez de la Cruz A, Lobo Tamer G, Orduna Espinosa R, Mellado Pastor C, Aguayo de Hoyos E, Ruiz Lopez MD. Desnutrición en pacientes hospitalizados: prevalencia e impacto económico. *Med Clin (Barc)* 2004; 123: 201-6.
5. Gordon L, Jensen MD PhD1, Charlene Compher PhD RD, CNSC, LDN, FADA2, Dennis H. Sullivan MD3, Gerard E. Mullin, MD4. Recognizing Malnutrition in Adults: Definitions and Characteristics, Screening, Assessment, and Team Approach. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* 2013; 37: 802-7.
6. Council of Europe Committee of Ministers Resolution Res-AP(2003)3 on food and nutritional care in hospitals (Adopted by the Committee of Ministers on 12 November 2003 at the 860th meeting of the Ministers' Deputies. <https://wcd.coe.int/ViewDoc.jsp?id=85747>
7. Jane V. White PhD RD FADA, Peggi Guenter PhD. Consensus Statement of the Academy of Nutrition and Dietetics. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, May 2012; 112. Issue 5. pp. 730-8.
8. García de Lorenzo A, Álvarez Hernández J, Planas M, Burgos R, Araujo K. Multidisciplinary consensus on the approach to hospital malnutrition in Spain. *Nutr Hosp* 2011; 26: 701-10. Multidisciplinary consensus on the approach to hospital malnutrition in Spain
9. Ulbarri JI. García de Lorenzo A, García Luna PP, Marsé P, Planas M. El libro blanco de la desnutrición clínica en España. Madrid: Acción Médica; 2004.
10. Martínez Valls JF. Malnutrición en el paciente hospitalizado: concepto, tipo y consecuencias. En: Manual de nutrición clínica y dietética. Valencia: Conselleria de Sanitat. Generalitat Valenciana, 2000; 15-39.
11. Francisco Martínez Valls, J. Desnutrición en pacientes hospitalizados. *Med Clin* 2004; 123: 220-1.
12. Ulbarri, J. I., Burgos, R., Lobo, G., Martínez, M. A., Planas, M., & de la Cruz, A. P. Recomendaciones sobre la evaluación del riesgo de desnutrición en los pacientes hospitalizados. *Nutr Hosp* 2009; 24: 467-72.
13. Jones JM. The methodology of nutritional screening and assessment tools. *J Hum Nutr Diet* 2002; 15: 59-71.
14. Ulbarri Pérez, J. I., Fernández, G., Salvanés, F. R., López, A. M. D. Cribado nutricional; control de la desnutrición clínica con parámetros analíticos. *Nutrición Hospitalaria* 2014; 29: 797-811.
15. Council of Europe. P-SG (2001) 11 Food and nutritional care in hospitals: How to prevent undernutrition. Report and guidelines, provisional edition April 2001.
16. Beck AM, Balknas UN, Furst P, Hasunen K, Jones L, Keller U, Melchior JC, Mikkelsen BE, Schauder P, Sivonen L, Zinck C, Oien O y Ovesen L: Food and nutritional care in hospitals: how to prevent undernutrition-report and guidelines from the Council of Europe. *Clin Nutr*, 2001, 20:455-450.
17. Ulbarri JI, González-Madroño A, González A, Fernández G, Rodríguez F, et al. Nuevo procedimiento para la detección precoz y control de la desnutrición hospitalaria. *Nutr Hosp* 2002; 17: 179-188.
18. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Secretaría General de Asuntos Sociales. Instituto de Migraciones y Servicios Sociales (IMSERSO). [Consultado el 3-12-2014]. Disponible en: http://www.espaciomayores.es/imsero_01/espaciomayores/Estadisticas/
19. Guillén Llera F, Bravo Fernández de Araoz G. Patología del envejecimiento. Indicadores de salud. En: Salgado Alba A, Guillén Llera F, Ruipérez I, editores. Manual de Geriatria. 3.ª ed. Barcelona: Masson; 2003. p. 77-88.
20. Charlson M, Pompei P, Ales KL, McKenzie CR. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *J Chron Dis* 1987; 40: 373-83

21. Castelles X, Riu M, Sáez M. Asociación entre la estancia media hospitalaria y la tasa de reingresos prematuros. *Med Clin (Barc)*.1996;107:566-71.
22. Pardo Cabello, A. J., Bermudo Conde, S., Manzano Gamero, V. M^a. Prevalencia y factores asociados a desnutrición entre pacientes ingresados en un hospital de media-larga estancia. *Nutr Hosp* 2011; 26: 369-75.
23. Ramos Martínez, A., Asensio Vegas, A., Núñez Palomo, S., & Millán Santos, I. Prevalencia y factores asociados a malnutrición en ancianos hospitalizados. In *Anales de medicina interna* 2004;21:263-68.
24. Martínez Olmos MA, Martínez Vázquez MJ, Martínez-Puga E, el Campo Pérez V. Nutritional status study of inpatients in hospitals of Galicia. *Eur J Clin Nutr* 2005; 59: 938-46.
25. De Luis D, López Guzmán A. Nutritional status of adult patients admitted to internal medicine departments in public hospitals in Castilla y León, Spain - A multi-centre study. *Eur J Intern Med* 2006; 17: 556-60.
26. Bistrian BR, Blackburn GL, Halowell E y cols.: Protein status of general surgical patients. *JAMA*, 1974, 230:858-860.
27. Bistrian BR, Blackburn GL, Vitale J y cols.: Prevalence of malnutrition in general medical patients. *JAMA*, 1976, 235:1567-1570.
28. Sánchez Muñoz LA, Calvo Reyes MC, Barbado Ajo J, Jimeno Carruez A. Métodos de cribado de la desnutrición hospitalaria. *Med Clin (Barc)* 2010; 135: 382-6.
29. Narumi T, Arimoto T, Funayama A y cols. The prognostic importance of objective nutritional indexes in patients with chronic heart failure. *J Cardiol* 2013 Nov; 62: 307-13.
30. Indraneil Basu, Padmanabhan Subramanian, Matthew Prime, Charlie Jowett, Brian Levack. The Use of Biochemical Parameters as Nutritional Screening Tools in Surgical Patients. *Surgical Science* 2011; 2: 89-94.
31. Smith RC, Ledgard JP, Doig G, Chesher D, Smith SF. An effective automated nutrition screen for hospitalized patients. *Nutrition* 2009 Mar; 25: 309-15.
32. Gómez Ramos MJ, González Valverde FM, Sánchez Álvarez C. Estudio del estado nutricional en la población anciana hospitalizada. *Nutr Hosp* 2005; 20:286-292.
33. Lobo Támer G, Ruiz López MD, Pérez de la Cruz AJ. Desnutrición hospitalaria: relación con la estancia media y la tasa de reingresos prematuros. *Med Clin* 2009; 132: 377-84.
34. Fernández García J, Martínez González M A, García Rodríguez J, Bueno Cabanillas A, Lardelli Claret P, García Martín M. Factores asociados a la incidencia de reingresos hospitalarios. *Med Clin (Barc)*.1997;108:4-8.
35. Norman K, Pichard C, Loch H, Pirlich M. Prognostic impact of disease-related malnutrition. *Clin Nutr* 2008; 27: 5-15.
36. Cánovas Pareja, C., Sanjoaquín Romero, AC., De Val Lafaja, A., Zamora Mur A. Influencia de la desnutrición en la evolución clínica de ancianos hospitalizados. *Med Clin* 2010; 135: 236-40.
37. Correia MI, Waitzberg DL. The impact of malnutrition on morbidity, mortality, length of hospital stay and costs evaluated through a multivariate model analysis. *Clin Nutr*. 2003;22:235-9.
38. Chima CS, Barco K, Dewitt MLA, Maeda M, Teran JC y Mullen KD: Relationship of nutritional status to length of stay hospitals costs and discharge status of patients hospitalized in the medicine service. *J Am Diet Assoc*, 1997, 97:975-978.



Original/Cáncer

Chronic enteritis in patients undergoing pelvic radiotherapy: prevalence, risk factors and associated complications

Ana Hernández Moreno¹, Alfonso Vidal Casariego¹, Alicia Calleja Fernández¹, Georgios Kyriakos¹, Rocío Villar Taibo¹, Ana Urioste Fondo¹, Isidoro Cano Rodríguez¹ and María D. Ballesteros Pomar¹

¹Sección de Endocrinología y Nutrición, Complejo Asistencial Universitario de León (León), Spain.

Abstract

Introduction: the radiation of tumours located in pelvic organs can cause mucositis in the bowel. The aim of this study was to determine the prevalence, risk factors, and complications of chronic radiation enteritis in patients who had received pelvic radiotherapy.

Patients and methods: cross-sectional study recruiting 150 patients that had been treated with radiation therapy during the year 2008 because of a prostate, cervical, endometrial or rectal cancer. The patients were asked about symptoms related to enteritis, and about changes in body weight and in dietary patterns. Sex, age, treatment modalities, acute enteritis, and type of cancer were considered possible risk factors, and were analysed with univariate and multivariate methods.

Results: the study included 100 patients, 84% males, median age 72.3 years. Chronic radiation enteritis was found in 20% of the patients, most of them grade 1 (45%). Furthermore, 10% had lost ≥ 5 kg of weight, 3% had been hospitalized due to diarrhoea or bowel obstruction, and 11% had changed their diet, mainly by removing vegetables, legumes and pastry. Male gender, age, previous acute radiation enteritis, and chemotherapy were associated with chronic enteritis, but only chemotherapy remained independently related to bowel toxicity after multivariate analysis (OR = 3.59 [95% CI 1.20–10.73]).

Conclusion: chronic enteritis is common among patients treated with pelvic radiotherapy, especially if chemotherapy is associated. The complication rate is low, but a significant number of patients change their usual diet in order to prevent symptoms.

(Nutr Hosp. 2015;32:2178-2183)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9562

Key words: Enteritis. Radiotherapy. Cancer. Diet. Malnutrition.

Correspondence: Ana Hernández Moreno.
Sección de Endocrinología y Nutrición,
Complejo Asistencial Universitario de León.
Altos de Nava SN 24008 León, Spain.
E-mail: 87anahm@gmail.com

Recibido: 15-VII-2015.
Aceptado: 20-VIII-2015.

ENTERITIS CRÓNICA EN PACIENTES SOMETIDOS A RADIOTERAPIA PÉLVICA: PREVALENCIA, FACTORES DE RIESGO Y COMPLICACIONES ASOCIADAS

Resumen

Introducción: la radiación de los tumores de la cavidad pélvica puede provocar mucositis a nivel intestinal. El objetivo de nuestro estudio fue determinar la prevalencia, los factores de riesgo y las complicaciones de la enteritis rádica crónica en los pacientes tratados con radioterapia pélvica.

Pacientes y métodos: estudio transversal sobre 150 pacientes tratados con radioterapia pélvica durante el año 2008 debido a un cáncer de próstata, cérvix, endometrio o recto. Se interrogó a los pacientes sobre la presencia de síntomas sugestivos de enteritis y sobre cambios en el peso habitual y modificaciones en su dieta. Los parámetros considerados como posibles factores de riesgo de enteritis crónica (sexo, edad, tratamiento antitumoral, enteritis aguda previa y tipo de tumor) se analizaron con métodos univariantes y multivariantes.

Resultados: el estudio incluyó finalmente a 100 pacientes, el 84% varones, con una mediana de edad de 72,3 años. Se encontró una prevalencia de enteritis rádica crónica del 20%, en la mayoría de grado 1 (45%). Por otra parte, el 10% referían una pérdida de peso ≥ 5 kg, el 3% habían requerido hospitalización debido a diarrea incoercible o a obstrucción intestinal, y el 11% habían modificado su patrón de alimentación habitual, reduciendo principalmente el consumo de verduras, legumbres y dulces. Se encontró asociación entre la enteritis rádica crónica y el sexo masculino, la edad, la enteritis rádica aguda previa y la quimioterapia, pero solo esta resultó asociarse de forma independiente con el desarrollo de enteritis rádica crónica después del análisis multivariante (OR = 3,59 [95% CI 1,20–10,73]).

Conclusión: la enteritis crónica es una entidad frecuente en los pacientes tratados con radioterapia pélvica, sobre todo cuando se asocia con quimioterapia. La tasa de complicaciones por esta patología es baja, pero un número importante de pacientes realiza modificaciones en su dieta habitual para aliviar o evitar la sintomatología derivada de aquella.

(Nutr Hosp. 2015;32:2178-2183)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9562

Palabras clave: Enteritis. Radioterapia. Cáncer. Dieta. Malnutrición.

Introduction

Nowadays, radiotherapy (RT) is commonly indicated to treat different kinds of cancer. It can be used alone or in association with other treatments such as chemotherapy (CHT) or surgery. The use of RT is based on the effects of the ionizing radiation on the cells, which causes cellular damage by several mechanisms including DNA damage, changes in cellular membrane, mitochondrial injury, apoptosis, inflammation, generation of reactive oxygen species and vascular damage¹. Both tumour and healthy tissue are affected by ionizing radiation, thus RT administration should try to minimize the damage to healthy cells while destroying malignant cells.

The damage of normal tissue produces symptoms that can compromise the completion of treatment. Radiation-induced toxicity can be classified as acute – when symptoms appear during or immediately after RT – or chronic – when symptoms appear months to years after finishing RT – each of them with different clinical manifestations and different treatment. The damage of nearby healthy tissues remains one of the main limiting factors when using RT for tumour treatment, because of the symptoms it can cause and the risk of turning the initially healthy cells into cancerous ones. As with other kinds of cancers, in those which affect the abdominal or pelvic cavity, toxicity on healthy tissues is the main dose-limiting factor when RT treatment is used. Moreover, in these tumours, local radiation toxicity causes intestinal damage, which is one of the factors that influence cure rates being lower than expected².

Radiation-induced side effects are more common in organs with a high cell replication rate, such as bone marrow or gut. RT to the head and neck area typically produces oropharyngeal mucositis, to the chest, radiation oesophagitis, and to the abdominal or pelvic cavity radiation enteritis^{3,4,5}. Mucositis is the toxicity that affects the mucous layer of different organs due to cancer treatments, mainly when RT and CHT are used together.

Radiation enteritis is one of the clinical manifestations of gastrointestinal mucositis, and its typical symptoms comprise diarrhoea, cramping, incontinence, bowel obstruction and bleeding. Acute radiation enteritis (ARE) appears between the first three weeks of treatment and six weeks after finishing it. On the other hand, chronic radiation enteritis (CRE) occurs months or years after the completion of RT, and it is characterized by local stenosis, bacterial overgrowth, ulcers in the mucosa, fistula formation and malabsorption of several nutrients. Although the prevalence of CRE is difficult to determine, as it depends on the characteristics of the studied population and the scales used for diagnosis, some studies suggest it could be higher than 50%. Several factors such as age, gender, treatment modalities, BMI, or comorbidities like diabetes or hypertension, could influence the development of radiation enteritis⁶. Moreover, it has been

described that nearly 50% of patients with CRE make changes in their daily intake, mainly by reducing the consumption of fat and fibre⁷.

The main aim of this study was to determine the prevalence and severity of CRE in patients treated with pelvic RT. Secondary objectives of the study were to identify the risk factors of CRE, to determine the complications associated to gut toxicity, and the changes in nutritional status and dietary patterns due to gastrointestinal symptoms.

Patients and methods

A cross-sectional study was performed including patients that had been treated with RT during the year 2008 because of a pelvic cavity tumour (prostate, endometrial, cervix or rectal) in the Complejo Asistencial Universitario de León (Spain). The study was evaluated by the local Research Ethics Committee, which confirmed that it complied with the ethical and legal standards included in the Declaration of Helsinki. The study consisted of a telephonic survey carried out five years after the completion of RT, in which patients were informed about the study and informed consents were requested by researchers. If the patient accepted taking part in the study, the interviewer proceeded to follow a structured questionnaire.

The items included in the questionnaire were patient's personal data (gender, name and surname, date of birth, and date of the survey), treatment modalities (radiotherapy dose, brachytherapy, chemotherapy, surgery), gastrointestinal symptoms (number of daily stools, changes in the consistency of the stools and presence of blood or mucus in them) and its duration, treatments required to control the symptoms (drugs and surgical treatments), weight loss (<5 kg, 5–10 kg, >10 kg), and changes in patient's usual dietary intake because of gastrointestinal symptoms. After collecting the data, all patients were classified according to their answers to the grade of CRE following the criteria of the Radiation Therapy Oncology Group (RTOG)⁸, shown in table I.

Table I
RTOG criteria for chronic radiation enteritis

Grade	Symptoms and signs
0	No symptoms
1	Mild diarrhoea: mild cramping, 6 stools/d, slight rectal bleeding
2	Moderate diarrhoea: >5 stools/d, intermittent rectal bleeding, excessive rectal mucus
3	Intestinal obstruction or bleeding requiring surgery
4	Necrosis, perforation or fistula
5	Enteritis-related death

Statistical analysis

The statistical analysis was performed using the SPSS 19.0 program. First of all, the Kolmogorov–Smirnov test was performed in order to check the normal distribution of the variables. The Mann–Whitney U test was used for quantitative variables and the chi-squared analysis was used for qualitative variables. Finally, a multivariate analysis with logistic regression was performed. Quantitative variables were expressed as mean and standard deviation (SD), or median and interquartile range (IQR), and qualitative variables as proportions. A p value < 0.05 was considered statistically significant.

Results

One hundred patients were finally included in the statistical analysis from the initial sample of 150 (fig. 1). Patients' characteristics are summarized in table II.

Gastrointestinal symptoms and chronic radiation enteritis

Among the studied patients, 28.3% referred to changes on the number of daily stools and 35% to the consistency of their stools (46.7% soft stools, 20% liquid stools), in comparison with before having received RT. Moreover, 12.1% said that they had blood or mucus in the stools. CRE was found in 20% of patients, most of them presenting mild grades of enteritis (grade 1 – 45% of patients; grade 2 – 30% of patients; grade 3 – 10% of patients; grade 4 – 15% of patients).

Gastrointestinal complications and outcomes

Due to gastrointestinal complications, 3% of patients needed to be hospitalized: 2% because of bowel obstruction and 1% because of severe diarrhoea. Bowel

obstruction was treated with NPO and fluid therapy, and diarrhoea with antidiarrhoeal drugs. Three per cent needed surgery to correct enterocutaneous fistulas.

Weight loss and dietary changes

No differences were found in unintentional weight loss between patients with and without CRE (9.5% vs. 9.9%, $p = 0.961$). The amount of weight loss and its frequency is shown in table III.

Changes in dietary intake were found in 11% of patients, and represented the decrease or removal of several foods from their regular diet due to gastroin-

Table II
Characteristics of patients

		<i>N (% of patients)</i>
Gender	Male	84 (84%)
	Female	16 (16%)
Age (years)		72.3 (IQR=13.4)
Tumour	Prostate	68%
	Rectum	27%
	Endometrial	5%
Tumoural stage	I	30.1%
	II	40.6%
	III	26.3%
	IV	3%
Treatment	CHT	22%
	BT	8%
	Previous surgery	11%
Radiation dose (Gy)		72 (IQR=27)

(CHT: chemotherapy; BT: brachytherapy; IQR: interquartile range)

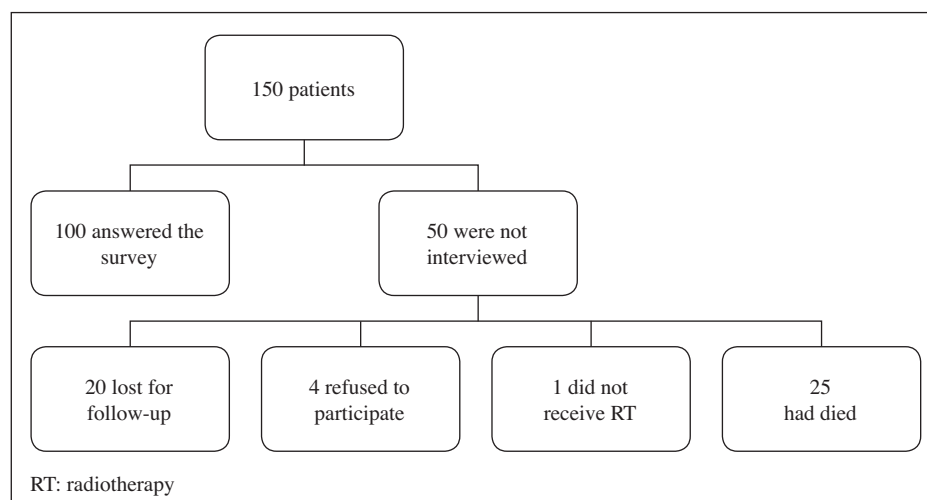


Fig. 1.—Flow chart of the study.

testinal symptoms. The foods whose consumption was most frequently decreased or removed are shown in table IV. Nevertheless, there were some of them which did not suffer any changes of daily intake, such as eggs, potatoes, rice and pasta.

Risk factors of CRE

CRE was more frequent in females than in males (43.8% vs. 15.5%, $p = 0.013$), among patients who had developed acute enteritis (34.5% vs. 14.1%, $p = 0.01$), among patients treated with chemotherapy (40.9% vs. 14.1%, $p = 0.006$), in patients undergoing surgery (45.5% vs. 16.9%, $p = 0.025$), and those treated with brachytherapy (50.0% vs. 17.4%, $p = 0.027$). There were no differences between patients with CRE and those without enteritis regarding age [73.7 yr (IQR =15.1) vs. 72.3 yr (IQR =9.5)], but patients who developed chronic enteritis had received a lower dose of radiation [58 (27.3) Gy vs. 71.0 (28.5) Gy, $p = 0.008$). Chronic enteritis was found in 14.7% of patients with prostate cancer, 29.6% with rectal cancer and 40% with endometrial tumours ($p = 0.082$).

After performing the multivariate analysis, only chemotherapy was independently associated with CRE with an [OR = 3.59 (95% CI 1.20–10.73).

Table III
Patients' weight loss

		CRE		Total
		Yes	No	
Weight loss	<5 kg. (%)	50%	62.5%	60%
	5-10 kg. (%)	50%	25%	30%
	>10 kg. (%)	0%	12.5%	10%
Total		100%	100%	100%

($p=0.732$)

Table IV
Modified frequency of food consumption by patients

		CRE		<i>p value</i>
		Yes	No	
Global consumption modification		19%	6.2%	0.064
Modified foods consumption	Milk	0%	25%	0.236
	Dairy products	0%	25%	0.236
	Green leafy vegetables	80%	25%	0.099
	Fruit	60%	0%	0.058
	Legumes	40%	25%	0.635
	Bread	20%	0%	0.343
	Pastry	20%	25%	0.858

Analysis of mortality

There were 25 patients from the initial sample of 150 whose death was confirmed. Some factors that were found to be related to these deaths were the type of tumour (cervix 100%, rectal 29.3%, endometrial 16.7%, prostate 12.5%, $p = 0.004$) and the tumour stage at diagnosis (stage I 8%, stage II 28%, stage III 40%, stage IV 4%, $p = 0.017$). Nevertheless there was no association with the development of acute radiation enteritis [enteritis 32% vs. no enteritis 68%, $p = 0.756$, OR = 1.16 (CI 95%: 0.45–2.98)].

Discussion

There are only a few studies that have analysed the prevalence of CRE, and they are particularly limited over the last decade which has seen RT techniques evolve, in order to improve the outcomes of using RT on cancer treatment. Moreover, most of the pre-existing studies have investigated whether the development of CRE stands in relation to different kinds of pelvic tumours, or have described the occurrence of certain gastrointestinal symptoms after RT without classifying them as CRE. This trial has found that chronic radiation enteritis is common, as it affects up to 20% of patients with pelvic tumours, but it usually presents as mild grades.

Previous studies have found that the prevalence of CRE ranges between 0.5% and 25% or even around 50%^{9,10,11}. But the studies that showed a higher prevalence are mainly those including patients treated by older RT techniques or those that only took into account the symptoms related by patients, without classifying them according to their grade of CRE. Therefore, the prevalence found in our study is in agreement with those previously described. However, the range of the prevalence of CRE reported to date is quite large, maybe due to the use of different scales used to classify patients' symptoms and to define the grade of CRE.

Furthermore, previous prevalence given by other studies could be underestimated because the symptoms are unspecific (so they can be easily confused with other illnesses) or because most patients with CRE suffer from mild grades of it (so they do not demand medical attention), or because many of these patients die because of the tumour they are being treated for¹⁰.

No studies comparing the prevalence of CRE among men and women were found, so we cannot know how our results compare or not regarding this aspect, but we can try to explain the fact that in our study there are more women suffering from CRE than men. We think that these differences could be due mainly to the size of pelvic area irradiated to treat the different kinds of tumour included in this study, because the volume of the bowel on which the radiation falls upon is correlated with the occurrence of CRE. Thus, although the doses of radiation currently used for prostate cancer treatment are higher than those used to treat gynaecological cancers, the radiation in the first is more focused on the organ to be treated, while in cervical and endometrial cancers the irradiated pelvic area is wider. Likewise, the differences between men and women might be related to the combination of RT and CHT used to treat gynaecological cancers, so that the risk of intestinal damage increases as a result of each of those treatments. To explain the differences it could be added that most patients of our sample were males with prostate cancer, so they received higher doses of radiation, but this was more focused on the gland and caused less damage to the organs around it.

The rate of hospitalization in our sample was lower than those mentioned in other studies¹², maybe due to the fact that more than 50% of our patients suffering from CRE had a mild grade of it (1 or 2), which does not usually require the patient to be in hospital to cure it. Nevertheless, previous studies that have analysed the rate of hospital placement of these patients, the necessity for surgical interventions and the mortality due to CRE, included patients with a moderate or severe grade (3 or 4) of this condition, which usually requires hospital treatment for it to be resolved. Regarding the frequency of occurrence of one or the other grades of CRE among patients treated with RT, there are no previous studies that have collected these percentages.

With regard to patients' nutritional status, the percentage of them that were undernourished or at risk of suffering from undernourishment was not negligible. We think that there are certain reasons, therefore, that they may become malnourished, starting with the cancer they are suffering from and the treatments used against it. Among patients with CRE, it seems that the intestinal symptoms (diarrhoea, malabsorption, and bowel obstruction) and the treatment needed to manage them, might contribute to the impairment of their nutritional state. Regarding the risk of malnutrition of these patients, the changes made by many of them to their daily intake should be noted. The most likely reason for this seems to be that they stop eating certain

kinds of food because they realize that these foodstuffs make their symptoms worse (in fact, the foods that most patients removed in our study were those with a higher amount of fibre, as is also referred to in previous studies)⁷.

With regard to the role of CHT in the occurrence of CRE, it should be remembered that these drugs can cause intestinal damage themselves, mainly in the form of diarrhoea. So it is not surprising that the combined use of RT and CHT increases the risk of the emergence of any side effects that both treatments could cause separately, as is described in previous literature^{5,6}.

The kind of tumour and the tumoural stage were the only factors that were found to be associated with patient deaths. Those tumours responsible for most patients' deaths were cervical and rectal tumours, which are usually more severe than prostate and endometrial cancer. Referring to the tumoural stage, it makes sense that a higher number of patients diagnosed at more severe stages (such as III and IV) died than those patients diagnosed at earlier tumoural stages (such as I and II). However, no association was found between mortality and previous ACE.

The main strength of this study includes the initial sample size (150 patients) and the small rate of patient losses (14%). However, some limitations should be mentioned. First, the survey was made by telephone, making the information obtained from patients less objective. Second, information bias may have occurred due to the fact that patients with more severe symptoms could better remember everything related to their illness and their symptoms.

In conclusion, the prevalence of CRE among patients treated with pelvic RT in our hospital is 20% and most of these patients suffer from a mild grade of this illness (grade 1). The onset of this illness leads to patients changing their daily food intake due to their symptoms. Moreover, few patients with CRE suffered a significant weight loss, which in some cases could be considered suggestive of some degree of malnutrition, but in most is a mild grade of it. Finally, CHT used before or at the same time as radiotherapy is the only one factor associated with the development of CRE.

The authors declare no conflict of interest.

References

1. Chang CT, Lin H, Ho TY, Li CC, Lo HY, Wu SL, *et al.* Comprehensive assessment of host responses to ionizing radiation by nuclear factor-kB bioluminescence imaging-guided transcriptomic analysis. *PLoS ONE*. 2011; 6(8): 1-11.
2. Wang J, Boerma M, Fu Q, Hauer-Jensen M. Significance of endothelial dysfunction in the pathogenesis of early and delayed radiation enteropathy. *World J Gastroenterol*. 2007; 13(22): 3047-3055.
3. Rubenstein EB, Peterson DE, Schubert M, Keefe D, McGuire D, Epstein J, *et al.* Clinical practice guidelines for the prevention and treatment of cancer therapy-induced oral and gastrointestinal mucositis. *Cancer Supplement*. 2004; 100(9): 2026-2046.
4. Meritxell Mollà M, Panés J. Radiation-induced intestinal inflammation. *World J Gastroenterol*. 2007; 13(22): 3043-3046.

5. Ruiz-Tovar J, Morales V, Hervás A, Sanjuanbenito A, Lobo E, Martínez-Molina E. Late gastrointestinal complications after pelvic radiotherapy: radiation enteritis. *Clin Transl Oncol*. 2009; 11(8): 539-543.
6. Bozzetti F. Basics in clinical nutrition: radiation enteropathy. *E Spen Eur E J Clin Nutr Metab*. 2009; 4(6): e300-e301.
7. Abayomi JC, Kirwan J, Hackett AF. Coping mechanisms used by women in an attempt to avoid symptoms of chronic radiation enteritis. *J Hum Nutr Diet*. 2009; 22(4): 310-316.
8. [http://www.rtog.org/ResearchAssociates/AdverseEventReporting/RTOGEORTCLate RadiationMorbidityScoringSchema.aspx](http://www.rtog.org/ResearchAssociates/AdverseEventReporting/RTOGEORTCLateRadiationMorbidityScoringSchema.aspx) Accessed June 20014.
9. Theis VS, Sripadam R, Ramani V, Lal S. Chronic radiation enteritis. *Clin Oncol*. 2010; 22(1): 70-83.
10. Webb GJ, Brooke R, De Silva AN. Chronic radiation enteritis and malnutrition. *J Dig Dis*. 2013; 14(7): 350-357.
11. Abayomi JC, Kirwan J, Hackett AF. The prevalence of chronic radiation enteritis following radiotherapy for cervical or endometrial cancer and its impact on quality of life. *Eur J Oncol Nurs*. 2009; 13(4): 262-267.
12. Larsen A, Reitan JB, Aase ST, Hauer-Jensen M. Long-term prognosis in patients with severe late radiation enteropathy: a prospective cohort study. *World J Gastroenterol*. 2007; 13(26): 3610-3613.



Original/Deporte y ejercicio

Niveles de actividad física, condición física y tiempo en pantallas en escolares de Bogotá, Colombia: Estudio FUPRECOL

Daniel Humberto Prieto-Benavides¹, Jorge Enrique Correa-Bautista¹ y Robinson Ramírez-Vélez²

¹Centro de Estudios en Medición de la Actividad Física (CEMA), Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad del Rosario, Bogotá D.C. ²Grupo GICAEDS, Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación, Universidad Santo Tomás, Bogotá, D.C. Colombia.

Resumen

Objetivo: examinar la relación entre los niveles de actividad física (AF) de forma objetiva, la condición física (CF) y el tiempo de exposición a pantallas en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia.

Métodos: estudio descriptivo y transversal, realizado en 149 niños y adolescentes en edad escolar entre 9 y 17 años de Bogotá, Colombia. Los niveles de AF se valoraron con acelerómetro durante siete días. El tipo y tiempo de exposición a pantallas se registró por autorreporte. Se midió el estado de maduración, el peso, la estatura, la circunferencia de cintura/cadera y los pliegues tricipital/subescapular. La capacidad aeróbica, la fuerza prensil, el salto de longitud y vertical, la velocidad/agilidad y la flexibilidad fueron usados como indicadores de la CF.

Resultados: las mujeres clasificadas en la categoría de AF vigorosa mostraron una relación lineal con la capacidad aeróbica ($r = 0,366$), y una relación inversa con el pliegue tricipital ($r = -0,257$) y subescapular ($r = -0,237$), $p < 0,05$. En varones, los niveles de AF vigorosa se relacionaron con mayores valores de flexibilidad ($r = 0,277$), mientras que los niveles de AFMV se relacionaron positivamente con la capacidad aeróbica ($r = 0,347$), $p < 0,05$. Por último, los escolares que permanecieron menos de 2 h/día frente a pantallas de TV mostraron 1,81 veces de (IC 95% 1,401-2,672) oportunidad para cumplir las recomendaciones de AF.

Conclusiones: los escolares que registraron valores de AF moderado y vigoroso de forma objetiva presentaron mejores niveles en la CF, especialmente en la capacidad aeróbica y la flexibilidad, y menores valores en los pliegues cutáneos.

(Nutr Hosp. 2015;32:2184-2192)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9576

Palabras clave: Actividad física. Condición física. Estilo de vida. Niños. Adolescentes. Factor de riesgo cardiovascular.

Correspondencia: Robinson Ramírez Vélez.
Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación.
Universidad Santo Tomás. Carrera 9 N.º 51-23.
Bogotá, D.C. Colombia.
E-mail: robinsonramirez@usantotomas.edu.co;
robin640@hotmail.com

Recibido: 2-VII-2015.
Aceptado: 7-VIII-2015.

PHYSICAL ACTIVITY LEVELS, PHYSICAL FITNESS AND SCREE TIME AMONG CHILDREN AND ADOLESCENTS FROM BOGOTÁ, COLOMBIA

Abstract

Objective: to investigate the association between objective measures of physical activity levels, physical fitness and screen time in Colombia children and adolescents from Bogota, Colombia.

Methods: a sample of 149 healthy Colombian youth, children and adolescents (9–17.9 years old) participated in the study. Physical activity level was assessed over 7 days using an accelerometer. Weight, height, waist circumference, hip waist, subscapular/ triceps skinfold thicknesses and self-reported screen time (television/internet and videogame-viewing time) were measured. Aerobic capacity, handgrip strength, standing broad jump, vertical jump, speed/agility and flexibility were used as indicators of physical fitness.

Results: in girls with a high level of physical activity had favorable aerobic capacity ($r = 0.366$) and inverse relationship with subscapular/triceps skinfold thicknesses ($r = -0.257$) and ($r = -0.237$) $p < 0.05$, respectively. In boys, vigorous physical activity were associated with higher values of flexibility ($r = 0.277$) and aerobic capacity ($r = 0.347$), $p < 0.05$. Finally, the participants who watched 2 h or less of television per day showed 1.81 times (95% CI 1.401 to 2.672) that met physical activity guidelines.

Conclusions: the healthy Colombian youth who reported moderate to vigorous objective measures of physical activity levels, presented higher levels in physical fitness especially in aerobic capacity and flexibility and lower values in subscapular/triceps skinfold thicknesses.

(Nutr Hosp. 2015;32:2184-2192)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9576

Key words: Physical activity. Physical fitness. Lifestyle. Children. Adolescent. Cardiovascular risk factor.

Introducción

Las conductas sedentarias (CS) se definen como aquellas actividades que envuelven un gasto de energía $\leq$ a 1.5 METs. Actividades como: dormir, sentarse, acostarse, ver la televisión y otras formas de entretenimiento basado en exposición a pantallas no producen un aumento sustancial del gasto energético de su nivel de reposo¹. En estudios epidemiológicos recientes, se ha demostrado que el sedentarismo (estilo de vida sedentario) se relaciona con el incremento de factores de riesgo cardiovascular (FRCV) que a su vez se asocian a enfermedades cardiovasculares (ECV) como hipertensión, dislipemia e insulinoresistencia^{2,3}. En la actualidad, se estima que el sedentarismo es la causa principal de aproximadamente el 25% del cáncer de colon y mama; de un 27% de los casos de diabetes *mellitus* tipo 2 y de un 30% de la enfermedad coronaria, representando la cuarta causa de mortalidad mundial⁴. A pesar de que los eventos de ECV suelen tener lugar durante o después de la quinta década de la vida, la evidencia indica que los FRCV tienen su origen en la infancia^{5,6}.

Asimismo, varios autores resaltan la importancia de la actividad física (AF) en el desarrollo y la prevención de la ECV, y además se señala que los niveles de AF y las CS no son lados opuestos del mismo continuo; ya que ambos comportamientos son factores independientes^{7,8}. Recientemente, Saunders *et al.*^{9,10} identificaron los potenciales efectos positivos y negativos que tienen actividades sedentarias como el tiempo dedicado a ver TV o jugar con videojuegos en la salud de los escolares y adolescentes. En niños, se demostró que pasar demasiado tiempo viendo TV posee una relación inversa con un menor desempeño escolar, trastornos del sueño, problemas de interacción social, consumo de alcohol y cigarrillos, siendo esta asociación independiente de los niveles de AF^{9,10}.

De otro lado, la condición física relacionada con la salud (CFRS) se considera un importante indicador de la salud en niños y adolescentes¹¹. Los trabajos de Janz *et al.*¹² Castillo-Garzon *et al.*¹³ muestran que un bajo nivel de CFRS en la infancia, se asocia con un mayor riesgo de ECV y metabólica en la edad adulta. Además, un menor nivel de *fitness* cardiorrespiratorio en la infancia, se considera un factor independiente del bienestar físico y mental en la vida adulta¹⁴, por tanto, la inclusión de este indicador de salud en los sistemas de vigilancia epidemiológica en el ámbito educativo se justifica claramente¹⁵.

Actualmente, se recomienda a los niños y adolescentes acumular al menos 60 min de actividad física aeróbica de moderada a vigorosa intensidad cada día¹⁶. No obstante, la mayor parte de la población infantil y adolescente en Colombia no cumple estas recomendaciones¹⁷. Evidencia de esto es el hecho que sólo el 26% de la población cumple con el mínimo de actividad física recomendada en el grupo de edad entre los 13 y los 17 años, aunado a la prevalencia de sobrepeso y

obesidad (13,4%) en este mismo grupo poblacional¹⁷. Sumado a esto, el 56,3% de los niños entre 5 y 12 años dedican 2 o más horas diarias a ver TV¹⁷. Estas cifras podrían agravarse aún más si se considera que “demasiado tiempo sedente no es lo mismo que poco activo físicamente”¹⁸.

La mayoría de estos estudios han medido el sedentarismo a través de conductas tales como tiempo empleado viendo TV, usando el computador o jugando con videojuegos mediante cuestionarios de autoreporte o de recordación^{19,20}. Sin embargo, se ha demostrado que el tiempo en estas actividades es sólo una pequeña parte del tiempo diario consumido en CS^{21,22}.

En la actualidad, los instrumentos objetivos de valoración de los niveles de AF, como los acelerómetros, permiten de forma mucho más precisa determinar el tiempo empleado en actividades de diferente intensidad^{23,24}. Así, los acelerómetros pueden medir el tiempo que los niños y adolescentes consumen en CS y no sólo el tiempo consumido en actividades de ocio tecnológico^{12-25,26}.

Para identificar tempranamente escolares con niveles de AF bajos, que ameriten intervenciones para promover comportamientos saludables a fin de prevenir el riesgo de ECV futura, se propuso el estudio FUPRECOL (ASOCIACIÓN DE LA FUERZA PRENSIL CON MANIFESTACIONES TEMPRANAS DE RIESGO CARDIOVASCULAR EN NIÑOS Y ADOLESCENTES COLOMBIANOS) con el propósito de identificar factores de riesgo asociados a una baja condición física muscular e inadecuado estado nutricional para la generación de un sistema de vigilancia epidemiológica del estilo de vida en la población infantil de Bogotá, Colombia.

Este es trabajo tiene como objetivo examinar la relación entre los niveles de AF de forma objetiva, la CFRS y el tiempo de exposición a pantallas en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia.

Métodos

Tipo y población de estudio

El presente trabajo es un análisis secundario del estudio FUPRECOL. Se trata de un estudio de corte transversal, realizado en 6.000 niños y adolescentes en edad escolar entre los 9 y 17 años de edad residentes en el área metropolitana del Distrito de Bogotá, Colombia (2480msnm). En una submuestra de 149 escolares, se obtuvo datos válidos en la valoración por acelerometría y antropometría de manera intencional de dos instituciones educativas públicas. Se excluyeron escolares con discapacidad física, sensorial e intelectual permanente, enfermedades no transmisibles como diabetes tipo 1 o 2, enfermedad cardiovascular, autoinmune o cáncer diagnosticado, estado de gestación, abuso en el consumo de alcohol o drogas y, en general en patologías que no estén relacionadas directamen-

te con la nutrición. La exclusión efectiva se realizó *a posteriori* (10,8%, n=17 niños), sin conocimiento del participante. La recogida de datos se realizó durante el 2014-2015.

Antes del comienzo del estudio, se explicó detalladamente el mismo y se solicitó conformidad previa por escrito por parte de cada niño y/o adolescente y de su padre/madre o tutor/a, además del permiso otorgado por autoridades de las escuelas participantes en el estudio. El estudio FUPRECOL se llevó a cabo siguiendo las normas deontológicas reconocidas por la Declaración de Helsinki y la Resolución 008439 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia que regula la investigación clínica en humanos y ha obtenido la aprobación del Comité de Investigación en Seres Humanos de la universidad encargada del estudio (UR N° CEI-ABN026-000262).

Examen físico

Previo a las mediciones del estudio, los investigadores y profesionales de la salud y el deporte realizaron diez sesiones teórico-prácticas para estandarizar el proceso de evaluación del componente morfológico y de CFRS descrito previamente en la batería ALPHA-Fitness²⁷. Se midió el peso con balanza de piso TANITA® modelo BF689 (*Arlington Heights, IL 60005, USA*), con resolución 0,100 kg. La estatura se midió con un estadiómetro portátil SECA 206® (*Hamburgo Alemania*), rango 0-220 cm de 1 mm de precisión. Con el objetivo de relacionar el peso con la estatura, se utilizó el índice de masa corporal (IMC). Se utilizó la fórmula propuesta por Quetelet [$IMC = \text{peso (kg)} / \text{estatura (m)}^2$]. Los puntos de corte utilizados para la clasificación en categorías (bajo, normal, sobrepeso y obesidad) fueron adoptados según la propuesta de Cole *et al.*²⁸, para niños en ambos sexos. Los pliegues cutáneos (mm) de la región tricipital (PT) y subescapular (PSb) fueron medidos de acuerdo a la línea de clivaje utilizando un compás de pliegues cutáneos Harpenden Skinfold Caliper® (*John Bull, British Indicators Ltd, UK*) que ejerce una presión constante de 10 g/mm². Con estas medidas se calculó el porcentaje de grasa (%G) mediante la ecuación propuesta por Boileau, Lohman y Slaughter²⁹ basándose en estimaciones derivadas del análisis de regresión con las variables edad, pliegues y sexo. El estado madurativo de los participantes se valoró con la metodología descrita por Tanner³⁰ mediante auto-declaración de la estadificación de maduración sexual según dibujos estándar que distinguen las características de desarrollo genital y vello pubiano en varones, y desarrollo mamario y vello pubiano en mujeres. En población latina, el reporte de Matsudo *et al.*³¹ muestra coeficientes de concordancia que superan el 0,60 (*kappa de cohen*) entre la medición directa por médico pediatra y el auto-reporte para mamas y vello pubiano en niñas (69.7–71.3%),

y genitales combinados con vello pubiano en niños (60%).

Condición física

La CFRS se determinó mediante los test de campo de la Batería ALPHA-Fitness²⁷, a la que se añadió dos indicadores de la batería EUROFIT³² para evaluar la condición musculo-esquelética (salto vertical y flexibilidad). El componente cardiorrespiratorio se estimó con la prueba de ida y vuelta de 20 m, se evaluó la CFA a partir de un test de campo indirecto y sub-máximo de ida y vuelta de 20 m hasta llegar al agotamiento. El ritmo de carrera es impuesto por una señal sonora. La velocidad inicial es de 8,5 km/h y se incrementa en 0,5 km/h con intervalos de 1 minuto, llamados etapas. El sujeto debe pisar detrás de la línea de 20 m en el momento justo en que se emite la señal sonora. La prueba finaliza cuando el sujeto se detiene porque alcanzó la fatiga o cuando por dos veces consecutivas no llega a pisar detrás de la línea al sonido. La capacidad aeróbica se determinó a través del consumo máximo de oxígeno por $VO_2\text{max}$, estimado a partir de la ecuación de Léger³³: $VO_2\text{max (ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}) = 31,025 \pm 3,238 \cdot V - 3,248 \cdot E \pm 0,1536 \cdot V \cdot E$, donde, V es la velocidad (en km/h) de la última etapa completa y E es la edad (en años) del participante. La fuerza muscular se evaluó mediante 3 pruebas a seguir: a) salto de longitud sin impulso y b) el salto vertical, en la que se determinó la máxima distancia alcanzada en dos intentos, como indicadores de fuerza explosiva de las extremidades inferiores; y c) test de dinamometría manual para evaluar la fuerza máxima de prensión manual, mediante dinamómetro digital Takei TKK 5101 (rango 5-100 kg), con dos intentos alternativos con cada mano en una posición estandarizada, de pie, con los brazos paralelos al cuerpo sin contacto alguno, como indicador de fuerza del tren superior. Para el componente motor, se utilizó la carrera de ida y vuelta (4x10) como indicador integrado de la velocidad de desplazamiento y la agilidad. Cada participante realizó cuatro ciclos (ida y vuelta) a la máxima velocidad entre dos líneas separadas a una distancia de diez metros, transportando 3 esponjas alternadamente en el menor tiempo posible en una distancia previamente demarcada de 40 m. Para la flexibilidad se usó el test de flexión de tronco desde sentado se registró la máxima distancia posible en flexión anterior de tronco, medida a través de un soporte estandarizado. Esta prueba de movilidad articular de tronco y cadera, es representativa de la condición global del sujeto.

Aproximación a las CS a través del tiempo de exposición a pantallas

El tiempo empleado en CS se valoró de forma objetiva mediante el acelerómetro ActiGraph GT3X+. Éste

es un dispositivo de pequeñas dimensiones, ligero y compacto, que mide la aceleración vertical en el intervalo de 0,05 a 2 G con una frecuencia de respuesta de 0,25-2,5 Hz. El acelerómetro ActiGraph ha sido extensamente validado para su uso en estas edades^{21,34,35}. El movimiento capturado por el acelerómetro “counts” se suma para un lapso específico. Los participantes llevaron durante 8 días el acelerómetro fijado a la creta iliaca, a la altura de las caderas, con un cinturón elástico, registrando la actividad a un “epoch” por segundo y a 80 Hz. Durante ese tiempo, los participantes sólo debían quitarse el acelerómetro mientras dormían o durante actividades en el agua. Sólo se incluyó en este estudio a los participantes con al menos 5 días válidos, de los que al menos 1 era de fin de semana. Se consideró día válido aquel en que el escolar llevó el acelerómetro durante al menos 10 h, excluyendo para su contabilización los grupos de 10 min de ceros continuos. Los niveles de AF se valoraron como el tiempo donde el nivel de inactividad física fue < 100 counts por min; AF ligera entre 101 y 2295 counts por min; AF moderada entre 2296 y 4011 counts por min, y AF vigorosa > 4012 counts por min³⁶. La suma de los niveles de AF moderada y vigorosa se tomó como (AFMV). El registro del cumplimiento de las recomendaciones de AF, se tomó cuando los participantes completaron > 60 min por día. El tipo y tiempo de exposición a pantallas, se registró mediante una lista la disponibilidad de medios electrónicos que incluyó la TV/TV por cable, computador, internet y consolas de videojuegos como Xbox, PlayStation y/o Wii) por auto-reporte. Para el análisis del tiempo de exposición, se acogió la recomendación internacional de salud metabólica y comportamientos sedentarios emitidas por la American Academy of Pediatrics-AAP³⁷; estableciendo como punto de corte para tiempo de pantallas “screen time” > 2h al día.

Análisis estadístico

El procesamiento y análisis de la información se realizó en el programa *Statistical Package for Social Science*® software, versión 22 (SPSS; Chicago, IL, USA). Se efectuaron previamente pruebas de normalidad mediante los test de *Kolmogorov-Smirnov*. Los valores continuos se expresaron como media y ($\pm$) desviación estándar y las proporciones en porcentaje. Se aplicaron pruebas de homogeneidad de varianzas con prueba ANOVA de una vía para observar diferencias entre las variables continuas y la prueba ji cuadrado (χ^2) para diferencias entre proporciones. Por último, se calcularon *odds ratio* (OR) e intervalos de confianza al 95% (IC 95%) ajustados por edad y maduración sexual, mediante métodos de selección por pasos de inclusión secuencial (*forward selection*) y de paso a paso (*step by step*). El estadístico de correlación de *Pearson* se utilizó para examinar la relación entre los niveles de AF y CFRS. La significancia estadística se fijó a un valor $p < 0,05$.

Resultados

Características de la población

Constituyeron la muestra final 149 escolares (52,7% varones) con edad media de $12,9 \pm 2,6$ años, peso $43,1 \pm 10,7$ kg, estatura $147,6 \pm 11,7$ cm e IMC de $19,5 \pm 3,2$ Kg/m². Un 3,8% de la población presentó bajo peso, mientras que el 26,4% presentó exceso de peso por IMC. El análisis ANOVA mostró que las mujeres tenían niveles de flexibilidad general mayores que los varones, mientras que éstos presentaban mayores valores en el tiempo diario empleado en AF moderada y en AFMV $p < 0,05$. No se encontraron diferencias entre sexo en las variables antropométricas, CFRS, cumplimiento de recomendaciones de AF y tiempo de exposición a pantallas. Tabla I.

Correlación entre niveles de AF, características antropométricas y CFRS

Como análisis complementario y con el propósito de verificar si los niveles de AF se relacionan con valores más saludables en las variables antropométricas y de CFRS, se realizó un análisis de correlación de *Pearson*. Tras ajustar por edad y maduración sexual, las mujeres clasificadas en la categoría de AF vigorosa y AFMV, presentó una relación positiva con la capacidad aeróbica ($r = 0,366$) y ($r = 0,390$), $p < 0,05$ y una relación inversa en los indicadores antropométricos con el pliegue tricipital ($r = -0,257$) y pliegue subescapular ($r = -0,237$), $p < 0,05$. En varones, los niveles de AF vigorosa se relacionó directamente con la capacidad aeróbica ($r = 0,298$) y con mayores valores de flexibilidad ($r = 0,277$), $p < 0,05$. Los niveles de AFMV, presentaron una relación lineal con la capacidad aeróbica ($r = 0,347$), $p < 0,05$. Tabla II.

Relación en el cumplimiento de recomendación de AF y exposición a pantallas

La figura 1 muestra la relación en el cumplimiento de recomendación de AF y el tiempo y tipo de exposición a pantallas. Independiente del tipo y tiempo de pantallas por auto-reporte, los participantes que permanecieron menos de 2h al día frente a TV/TV por cable, computador/internet y/o consolas de videojuegos completaron tiempos mayores a 60 min por día de actividad física según los registros por acelerómetro.

Odd ratios de cumplimiento de recomendaciones de AF y exposición a pantallas

Tras ajustar por sexo, edad y etapa de maduración, los escolares que permanecieron por menos de

Tabla I
Características generales de los escolares evaluados (n=149)

<i>Característica</i>	<i>Mujeres n=71</i>	<i>Varones n=78</i>	<i>Total n=149</i>	<i>p</i>
Antropometría^a				
Edad (años)	12,7 ± 2,7	13,0 ± 2,6	12,9 ± 2,6	0,559
Peso (kg)	42,4 ± 11,0	43,7 ± 10,6	43,1 ± 10,7	0,490
Talla (cm)	147,4 ± 11,7	147,9 ± 11,8	147,6 ± 11,7	0,814
IMC (kg/m ²)	19,3 ± 3,5	19,7 ± 2,9	19,5 ± 3,2	0,435
Estado nutricional por IMC n, (%) ^b				
Bajo peso	23 (32,4)	16 (20,5)	39 (26,4)	0,174
Normopeso	43 (61,4)	59 (75,6)	102 (75,6)	0,175
Sobrepeso/Obesidad	4 (5,7)	3 (3,8)	3 (3,8)	0,273
Circunferencia de cintura (cm)	63,9 ± 8,2	64,4 ± 7,3	64,2 ± 7,8	0,701
Circunferencia de cadera (cm)	78,3 ± 10,6	79,4 ± 9,6	78,9 ± 10,1	0,540
Pliegue tricipital (mm)	21,0 ± 3,2	21,3 ± 3,4	21,2 ± 3,3	0,641
Pliegue subescapular (mm)	19,6 ± 7,4	19,7 ± 5,9	19,6 ± 6,6	0,932
Grasa corporal (%)	17,3 ± 8,0	18,9 ± 8,3	18,2 ± 8,1	0,249
Maduración sexual por Tanner n, (%) ^b				
1	23 (16,2)	29 (19,5)	52 (35,5)	0,507
2	20 (13,4)	12 (8,1)	32 (21,5)	0,492
3	27 (18,2)	37 (24,8)	64 (43,0)	0,492
CFRS^a				
Capacidad aeróbica (mL•kg•min ⁻¹)	39,3 ± 6,2	40,4 ± 5,7	39,8 ± 5,9	0,259
Fuerza prensil (kg)	16,8 ± 5,6	17,7 ± 6,9	17,3 ± 6,3	0,410
Salto horizontal (cm)	123,5 ± 27,6	120,5 ± 27,2	121,9 ± 27,3	0,534
Salto vertical (cm)	26,7 ± 6,6	27,0 ± 5,9	26,9 ± 6,2	0,818
Velocidad/agilidad 4X10 (seg)	14,2 ± 1,8	14,4 ± 2,2	14,3 ± 2,0	0,678
Flexibilidad (cm)	18,3 ± 8,4	21,7 ± 7,0	20,0 ± 7,9	0,010
Niveles de AF (min/sem)^a				
Inactivo (min)	8355,2 ± 334,8	8304,2 ± 396,9	8328,5 ± 368,3	0,401
Ligero (min)	1505,8 ± 433,8	1551,3 ± 448,4	1529,6 ± 440,6	0,531
Moderado (min)	258,8 ± 80,4	299,0 ± 150,2	279,9 ± 123,3	0,047
Vigoroso (min)	158,5 ± 63,5	170,8 ± 65,9	164,9 ± 64,8	0,249
Total AFMV (min)	417,1 ± 100,3	469,9 ± 175,9	444,7 ± 146,8	0,028
Cumplimiento de recomendación^b				
AF > 60 min/día n,(%)	22 (31,0)	33 (42,3)	55 (36,9)	0,154
Tiempo de pantallas (> 2h/día)^b				
TV/TV por cable n,(%)	22 (31,9)	25 (32,9)	47 (32,4)	0,897
Computador/internet n,(%)	9 (13,0)	13 (17,3)	22 (15,3)	0,476
Videojuegos n,(%)	2 (3,0)	7 (9,3)	9 (6,4)	0,128

a: Diferencias con prueba ANOVA de una vía; b: Diferencias con prueba (χ^2); IMC: índice de masa corporal; CFRS: condición física relacionada con la salud; AFMV: Σ AF moderada + AF vigorosa

Tabla II
Correlación parcial entre los niveles de AF, características antropométricas y CFRS en escolares de Bogotá, Colombia

Característica	Mujeres ^a					Varones ^a				
	Niveles de AF (min/sem)					Niveles de AF (min/sem)				
	NI	NL	NM	NV	AFMV	NI	NL	NM	NV	AFMV
Antropometría										
Edad (años)										
Peso (kg)	0,069	0,205	0,033	-0,083	-0,003	0,221	0,028	0,153	-0,225	0,001
Talla (cm)	0,014	0,191	0,014	-0,049	-0,008	0,195	0,049	0,184	-0,147	0,016
IMC (kg/m ²)	0,125	0,142	0,074	-0,082	0,033	0,167	-0,004	0,047	-0,185	0,002
Circunferencia de cintura (cm)	0,050	0,184	0,072	-0,141	0,010	0,109	-0,032	0,162	-0,231	0,007
Circunferencia de cadera (cm)	-0,019	0,154	0,146	0,005	0,128	0,233	-0,039	0,093	-0,234	0,062
Pliegue tricipital (mm)	-0,115	0,051	0,257	0,097	-0,257*	0,132	0,001	-0,053	-0,041	0,118
Pliegue subescapular (mm)	0,033	0,083	0,263	0,032	-0,237*	0,051	0,011	-0,075	-0,025	0,144
Grasa corporal (%)	-0,081	-0,023	-0,077	-0,012	-0,069	-0,064	0,156	0,006	0,002	-0,047
CFRS										
Capacidad aeróbica (mL•kg•min ⁻¹)	0,009	-0,116	0,205	0,366**	0,390**	-0,245	0,027	0,124	0,298*	0,347**
Fuerza prensil (kg)	0,059	0,083	0,082	-0,017	0,063	0,150	-0,096	0,282*	-0,222	0,083
Salto horizontal (cm)	0,007	0,081	-0,209	-0,099	-0,216	0,002	0,106	0,239	-0,133	-0,11
Salto vertical (cm)	-0,094	0,154	-0,142	-0,194	-0,195	0,135	-0,033	0,209	-0,149	-0,085
Velocidad/agilidad 4X10 (seg)	-0,144	-0,138	-0,018	0,191	0,054	-0,230	0,111	0,005	-0,059	0,038
Flexibilidad (cm)	-0,026	-0,096	0,039	0,023	0,034	-0,147	0,032	0,129	0,277*	0,110

NI: Nivel inactivo < 100 counts por min; NL: AF ligera (101-2295 counts por min); NM: AF moderada (2296-4011 counts por min); NV: AF vigorosa (> 4012 counts por min); AFMV: Σ AF moderada + AF vigorosa; IMC: índice de masa corporal; CFRS: condición física relacionada con la salud

a: Ajustado por edad y maduración sexual

* p < 0,05

**p < 0,01

dos horas diarias frente TV/TV por cable, mostraron 1,819 veces (IC 95% 1,401 – 2,672) de oportunidad para cumplir con las recomendaciones de AF según la OMS⁴, tabla III.

Tabla III
Índices de riesgo (odds ratio) para el cumplimiento de recomendaciones de AF según el tipo y tiempo de pantallas según sexo

Tipo de pantalla ^a	OR ^b	IC95% ^b
TV/TV por cable	1,819	1,401 – 2,672
Computador/internet	1,059	0,413 – 2,719
Videojuegos	2,204	0,440 – 11,025

Asociación estimada mediante modelos de regresión logística multivariada

^aReferencia: < 2 h/día

^bOR e IC 95% ajustados por sexo, edad y maduración sexual

Discusión

El principal objetivo que tuvo este estudio fue examinar la relación entre los niveles de AF de forma objetiva, la CFRS y el tiempo de exposición a pantallas en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia. Los procedimientos utilizados en el estudio son consistentes con las prácticas y estándares utilizados por los investigadores de otros países, y por lo tanto proporcionan información valiosa acerca de los niveles de AF y de CFRS de los escolares medidos. Con relación al tiempo promedio de AFMV/sem estimado objetivamente con acelerómetro, las mujeres registran menor valor frente a los hombres (417,1 ± 100,3 vs. 469,9 ± 175,9) $p=0,028$. Respecto al cumplimiento de la recomendación de AF como estrategia para la prevención de ECV en edades tempranas de la vida, se encontró que el 42,3% de los varones y el 31,0% de las mujeres eran físicamente activos –es decir cumplían las recomendaciones de 60 min diarios de AF mode-

rada a vigorosa durante siete días de la semana—. Al agrupar por sexo, se observa que el 36,9% de los participantes alcanzan esta recomendación, hallazgo similares fueron reportados por Oviedo *et al.*³⁸ (31,7%) en escolares de $14,3 \pm 0,8$ años de la provincia de Girona, España y menor al reportado por Martínez *et al.*³⁹ (71,1%) en 214 adolescentes entre los 13 y 16 años de la ciudad de Madrid, España. En Colombia, resultados de la Encuesta Mundial de Salud Escolar y la Encuesta de Comportamientos en Salud en la Población Escolar (en inglés *Health Behavior in School Aged Children Survey-HBSC*), muestran que la prevalencia de actividad física recomendada en jóvenes de 13 a 15 años de 5 ciudades de Colombia fue del 15% (rango 12,1% a 17,1%)⁴⁰. Recientemente el ReportCard de AF¹⁷, muestra que el 26% de la población cumple con el mínimo de AF recomendada en el grupo de edad entre los

13 y 17 años, aunado a la alta prevalencia de sobrepeso y obesidad (13,4%) en este mismo grupo poblacional.

Otro resultado de este trabajo, fue que las mujeres clasificadas en la categoría de AF vigorosa mostraron relación lineal con la capacidad aeróbica ($r=0,366$) y una relación inversa con el pliegue tricipital ($r=-0,257$) y subescapular ($r=-0,237$), $p<0,05$. En varones, los niveles de AF vigorosa se relacionaron con mayores valores de flexibilidad ($r=0,277$), mientras que los niveles de AFMV, se relacionaron positivamente con la capacidad aeróbica ($r=0,347$), $p<0,05$. Esto es un hallazgo consistente en encuestas internacionales y nacionales sobre actividad física en escolares y que también ha sido reportado en adultos en Bogotá^{41,42}. También coincide con lo encontrado por Pate *et al.*⁴³ en escolares de Norteamérica. Estos autores consideran cuatro niveles determinantes -fisiológico, psicológico, sociocultural y ecológico- que influyen en la AF. Por ejemplo, los determinantes fisiológicos de la AF entre los niños y jóvenes incluyen la edad, el sexo y el grupo étnico. Específicamente, se ha encontrado que las niñas son menos activas que los niños, los niños mayores y los adolescentes menos activos que los niños más pequeños y las niñas afro-descendientes son menos activas que las niñas blancas^{9,17}.

La mayoría de los estudios en niños y adolescentes han valorado mediante cuestionarios el tiempo en CS como tiempo frente a pantallas¹⁸⁻²². Independiente del tipo y tiempo de pantallas por auto-reporte, los resultados de este estudio muestran que los escolares que permanecieron menos de 2h al día frente a TV/TV por cable, computador/internet y/o consolas de videojuegos completaron tiempos mayores a 60 min de AFMV por día según los registros por acelerómetro. En los trabajos de Martínez-Gómez *et al.*^{26,39} se ha descrito que los resultados del autoreporte de exposición a tiempos de pantalla sugiere que a mayor exposición a estos medios es menor el cumplimiento de los tiempo mínimos recomendados de AF, que a su vez indica que una de las barreras para dicho cumplimiento son el uso excesivo de estos elementos tecnológicos. No obstante, el tiempo de exposición a pantallas, representa una aproximación importante a las CS, relacionadas con actividades de baja intensidad energética de los niños y adolescentes, pero dista mucho de ser un buen indicador completo del tiempo diario relacionando con las CS durante el día, pues se han descrito limitaciones que relacionan el patrón de alimentación y sueño, los cuales en la mayoría de los casos poco saludables, desenlaces que puede distorsionar las asociaciones encontradas entre el tiempo de exposición a pantallas y diferentes indicadores de salud¹⁸⁻²². A pesar de estas limitaciones, el estudio de Martínez-Gómez *et al.*⁴⁴ en niños de entre 3 y 8 años de edad, no encontró asociación entre tiempo en CS y la presión arterial, mientras que sí la encontró con el tiempo de exposición a TV. La Asociación Americana de Pediatría señala que los niños y adolescentes no deberían dedicar más de 2 h diarias a tiempo de pantallas (TV/TV por cable + com-

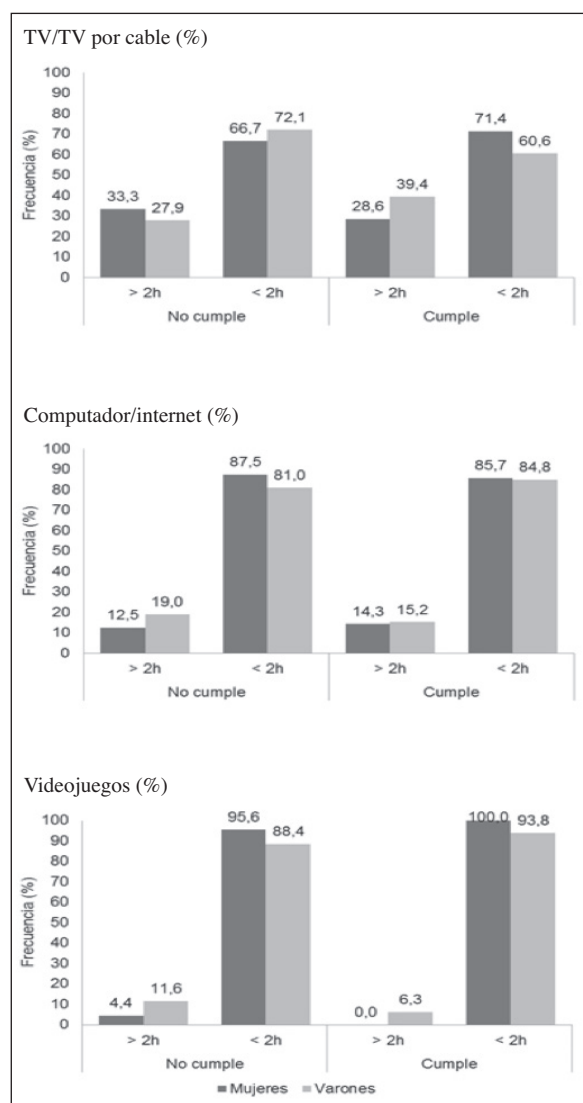


Fig. 1.—Relación entre el cumplimiento de la recomendación de AF, tipo y tiempo a exposición a pantallas en escolares de Bogotá, Colombia.

putador y/o videojuegos). Sin embargo, los periodos de inactividad de niños y adolescentes pueden ir mucho más allá del tiempo empleado en las actividades de pantalla, como ya se ha comentado^{26,39}.

Al haber encontrado en nuestro estudio un menor cumplimiento de la recomendación de AF y el tiempo de exposición a pantallas, se ha tratado de analizar la posible influencia combinada de ambos factores. Los resultados muestran que los escolares que permanecieron por menos de dos horas diarias frente TV/TV por cable, mostraron 1,819 veces (IC95% 1,401–2,672) la oportunidad cumplir con las recomendaciones de AF. Estos datos indican que el incremento en las CS puede ser un elemento relevante en el desarrollo de obesidad, enfermedades cardiovasculares y metabólicas e incluso en algunos tipos de cáncer como lo señaló Cristi-Montero *et al.*¹⁸ Otros estudios anteriores también han mostrado que una mejor condición física aeróbica y muscular se asocia con un menor riesgo cardiovascular y metabólico en niños y adolescentes de Colombia¹⁵.

Las principales limitaciones del presente estudio son las inherentes a su carácter transversal. Sin embargo, el uso de la acelerometría como procedimiento para la medición del tiempo empleado en AF por los escolares; ya que es un elemento metodológico que refuerza los resultados encontrados por otros estudios^{26,39}. Tampoco fueron incluidas otras variables que pueden estar asociados al perfil de riesgo cardiometabólico, tales como la etnia, aspectos socioeconómicos, nutricionales, sociales y niveles de actividad física directo. La autodeclaración del Tanner, a pesar de la buena correlación que tiene con la medición directa, se considera como otra limitante del estudio^{30,31}. A pesar de las limitaciones, no existen argumentos para creer que las relaciones descritas ocurran exclusivamente en la población de la que procede nuestra muestra, pues se observó convergencia de los resultados con datos descritos en otros estudios nacionales e internacionales^{18-22,26,39}, y por tanto, no se comprometen los resultados obtenidos en este reporte.

Como fortaleza de este estudio, se destaca la medición objetiva de los niveles de AF y la CFRS usados, que parte de baterías y dispositivos válidos y precisos en población escolar, así como la coexistencia de otras variables relacionadas a FRCV en etapas tempranas de vida, que supondrían un riesgo cardiovascular en edades futuras⁴⁵. Se destaca también que, hasta la fecha, éste es uno de los primeros estudios realizados en población Colombiana que describe explícitamente el marco conceptual a partir del cual se pueda aplicar la batería ALPHA-Fitness²⁷, junto a la medición objetiva de la AF y los componentes antropométricos y tiempo de exposición a pantallas.

En conclusión, los escolares que registraron valores de AFMV de forma objetiva, presentaron mejores niveles en la CFRS especialmente en la capacidad aeróbica y flexibilidad y menores valores en los pliegues cutáneos. En opinión de los autores, se sugiere que los programas nacionales y las futuras intervenciones que

promuevan incrementar los niveles de AF en ambientes escolares en Colombia consideren las diferencias por sexo, así como los factores asociados a ellas, para contribuir de esta manera a la disminución de las diferencias en la salud física. Se requieren estudios observacionales con un mayor tamaño de muestra, y especialmente estudios longitudinales y prospectivos, para constatar los resultados obtenidos en este trabajo.

Conflicto de intereses

Los autores del estudio declaran no tener conflicto de interés.

Agradecimientos

El presente trabajo forma parte del Proyecto FUPRECOL (Asociación de la Fuerza Prensil con Manifestaciones Tempranas de Riesgo Cardiovascular en Niños y Adolescentes Colombianos) financiado por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación Colciencias, Contrato N° 122265743978. Los autores envían un especial agradecimiento a los estudiantes de maestría en Actividad Física y Salud de la Universidad del Rosario (Centro de Estudios en Medición de la Actividad Física-CEMA) y a los jóvenes investigadores del Grupo GICAEDS de la Universidad Santo Tomás (Grupo CICAEDS) por el apoyo técnico, entrenamiento en las pruebas y asesoramiento científico-tecnológico para las mediciones de campo. Al grupo Epiandes por su colaboración en el descargue de datos de los dispositivos ActiGraph GT3X+.

Referencias

1. Pate RR, O'Neill JR, Lobelo F. The evolving definition of "sedentary". *Exerc Sport Sci Rev.* 2008; 36: 173-178.
2. Ortega FB, Ruiz JR, Sjöström M. Physical activity, overweight and central adiposity in Swedish children and adolescents: the European Youth Heart Study. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2007; 4: 61.
3. Waters E, de Silva-Sanigorski A, Hall BJ, Brown T, Campbell KJ, Gao Y, *et al.* Interventions for preventing obesity in children. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011; 7(12): 1-214.
4. World Health Organization. Global Recommendations on Physical Activity for Health. Geneva: WHO publications 1-60; 2010.
5. McGill HC, Jr., McMahan CA, Herderick EE, Malcom GT, Tracy RE, Strong JP. Origin of atherosclerosis in childhood and adolescence. *Am J Clin Nutr.* 2000; 72(5 Suppl): 1307S-1315S.
6. Hasselström H, Hansen SE, Froberg K, Andersen LB. Physical fitness and physical activity during adolescence as predictors of cardiovascular disease risk in young adulthood. Danish youth and sports study. An eight-year follow-up study. *Int J Sports Med.* 2002; 23(Suppl 1): 27-31.
7. Physical Activity Guidelines Advisory Committee. Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report, 2008. Washington: Department of Health and Human Services.
8. Mancipe-Navarrete JA, García-Villamil SS, Correa-Bautista JE, Meneses-Echávez JF, González-Jiménez E, Schmidt Rio-Valle J. 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. *Nutr Hosp.* 2014; 31(1): 102-114.
9. Saunders TJ, Larouche R, Colley RC, Tremblay MS. Acute Sedentary Behaviour and Markers of Cardiometabolic Risk: A Systematic Review of Intervention Studies. *J Nutr Metab.* 2012; 2012: 712435.
 10. Saunders TJ, Chaput JP, Tremblay MS. Sedentary behaviour as an emerging risk factor for cardiometabolic diseases in children and youth. *Can J Diabetes.* 2014; 38(1): 53-61.
 11. Garber MD, Sajuria M, Lobelo F. Geographical Variation in Health-Related Physical Fitness and Body Composition among Chilean 8th Graders: A Nationally Representative Cross-Sectional Study. *PLoS One.* 2014; 9(9): e108053.
 12. Janz KF, Dawson JD, Mahoney LT. Increases in physical fitness during childhood improve cardiovascular health during adolescence: the Muscatine Study. *Int J Sports Med.* 2002; 23(suppl 1): S15-S21.
 13. Castillo-Garzon MJ, Ruiz JR, Ortega FB, Gutierrez-Sainz A. A Mediterranean diet is not enough for health: physical fitness is an important additional contributor to health for the adults of tomorrow. *World Rev Nutr Diet.* 2007; 97: 114-138.
 14. Andersen LB, Hasselstrom H, Gronfeldt V, Hansen SE, Karsten F. The relationship between physical fitness and clustered risk, and tracking of clustered risk from adolescence to young adulthood: eight years follow-up in the Danish Youth and Sport Study. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2004; 1(1): 6.
 15. Rodríguez-Valero FJ, Gualteros JA, Torres JA, Umbarila-Espinosa LM, Ramírez-Vélez R. Asociación entre el desempeño muscular y el bienestar físico en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia. *Nutr Hosp.* 2015;32(4):1559-1566.
 16. OMS. Global Recommendations on Physical Activity for Health. 2010.
 17. González S, Sarmiento O, Cohen D, Camargo D, Correa-Bautista J, Páez C, Ramírez-Vélez R. Results From Colombia's 2014 Report Card on Physical Activity for Children and Youth. *J Phys Act Health.* 2014; 11(Suppl 1): S33-S44.
 18. Cristi-Montero C, Rodríguez F. Paradoja: "activo físicamente pero sedentario, sedentario pero activo físicamente". Nuevos antecedentes, implicaciones en la salud y recomendaciones. *Rev Med Chile.* 2014; 142: 72-78.
 19. Bryant MJ, Lucove JC, Evenson KR, Marshall S. Measurement of television viewing in children and adolescents: a systematic review. *Obes Rev.* 2007; 8: 197-209.
 20. Thorp AA, Owen N, Neuhaus M, Dunstan DW. Sedentary behaviors and subsequent health outcomes in adults: a systematic review of longitudinal studies, 1996-2011. *Am J Prev Med.* 2011; 41: 207-215.
 21. Biddle SJ, Gorely T, Marshall SJ, Murdey I, Cameron N. Physical activity and sedentary behaviours in youth: issues and controversies. *J R Soc Promot Health.* 2004; 124: 29-33.
 22. Owen N, Healy GN, Matthews CE, Dunstan DW. Too much sitting: the population health science of sedentary behavior. *Exerc Sport Sci Rev.* 2010; 38: 105-113.
 23. Healy GN, Wijndaele K, Dunstan DW, Shaw JE, Salmon J, Zimmet PZ, et al. Objectively measured sedentary time, physical activity, and metabolic risk: the Australian Diabetes, Obesity and Lifestyle Study (AusDiab). *Diabetes Care.* 2008; 31: 369-371.
 24. Chastin SF, Granat MH. Methods for objective measure, quantification and analysis of sedentary behaviour and inactivity. *Gait Posture.* 2010; 31: 82-86.
 25. 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): 614-619.
 26. Martínez-Gómez D, Eisenmann JC, Gómez-Martínez S, Veses A, Marcos A, Veiga OL. Sedentarismo, adiposidad y factores de riesgo cardiovascular en adolescentes. Estudio AFINOS. *Rev Esp Cardiol.* 2010; 63(3): 277-285.
 27. Ruiz JR, España V, Castro J, Artero EG, Ortega FB, Cuenca M et al. ALPHA-fitness test battery: health-related field-based fitness tests assessment in children and adolescents. *Nutr Hosp.* 2011; 26(6): 1210-1214.
 28. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal M, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ.* 2000; 320(7244): 1240-1243.
 29. Boileau RA, Lohman TG, Slaughter MH. Exercise and body composition in children and youth. *Scan J Sports Sci.* 1985; 7: 17-27.
 30. Tanner JM. Growth at adolescence. 2nd ed. London: Oxford: Blackwell Scientific Publication; 1962.
 31. Matsudo SMM, Matsudo VKR. Self-assessment and physician assessment of sexual maturation in Brazilian boys and girls-concordance and reproducibility. *Am J Hum Biol.* 1994; 6(4): 451-455.
 32. Committee of Experts on Sports Research. EUROFIT: Handbook for the EUROFIT tests of physical fitness. 2nd edn. Strasbourg: Committee of Experts on Sports Research; 1993.
 33. Léger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci.* 1988; 6: 93101.
 34. Freedson P, Pober D, Janz KF. Calibration of accelerometer output for children. *Med Sci Sports Exerc.* 2005; 37: S523-S530.
 35. Puyau MR, Adolph AL, Vohra FA, Butte NF. Validation and calibration of physical activity monitors in children. *Obes Res.* 2002; 10(3): 150-157.
 36. Freedson P, Pober D, Janz KF. Calibration of accelerometer output for children. *Med Exerc Sport Sci.* 2005; 37: 23-30.
 37. Davis MM, Gance-Cleveland B, Hassink S, Johnson R, Paradis G, Resnicow K. Recommendations for prevention of childhood obesity. *Pediatrics.* 2007;120(Suppl.4):S229-S253.
 38. Oviedo G, Sánchez J, Castro R, Calvo M, Sevilla JC, Iglesias A, Guerra M. Niveles de actividad física en población adolescente: estudio de caso. *Retos.* 2013; 23: 43-47.
 39. Martínez-Gómez D, Welk GJ, Calle ME, Marcos A, Veiga OL; AFINOS Study Group. Preliminary evidence of physical activity levels measured by accelerometer in Spanish adolescents: the AFINOS Study. *Nutr Hosp.* 2009; 24(2): 226-232.
 40. Piñeros M, Pardo C. Actividad física en adolescentes de cinco ciudades colombianas: resultados de la Encuesta mundial de Salud a escolares. *Rev Sal Pub.* 2010; 12(6): 903-914.
 41. ICBF. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia. (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar ICBF, ed.). Bogotá; 2010. URL: <http://www.icbf.gov.co/portal/page/portal/PortalICBF/NormatividadC/ENSIN1/ENSIN2010/LibroENSIN2010.pdf> (Acceso, Febrero 2015).
 42. González S, Lozano O, Ramírez A. Physical activity levels among Colombian adults: Inequalities by gender and socioeconomic status. *Biomedica.* 2014; 34(3): 447-459.
 43. Pate RR, Wang CY, Dowda M, Farrell SW, O'Neill JR. Cardiorespiratory fitness levels among US youth 12 to 19 years of age: findings from the 1999-2002 National Health and Nutrition Examination Survey. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2006; 160: 1005-1012.
 44. Martínez-Gómez D, Tucker J, Heelan KA, Welk GJ, Eisenmann JC. Associations between sedentary behavior and blood pressure in young children. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2009; 63: 724-30.
 45. Ramírez-Vélez R, Triana-Reina HR, Carrillo HA, Ramos-Sepúlveda JA, Rubio F, Poches-Franco L, et al. A cross-sectional study of Colombian University students' self-perceived lifestyle. *Springerplus.* 2015;4:289.



Original/Deporte y ejercicio

A short-term circuit resistance programme reduced epicardial fat in obese aged women

Miguel Ángel Rosety¹, María Teresa Pery¹, María Antonia Rodríguez-Pareja², Antonio Díaz¹, Jesús Rosety², Natalia García¹, Francisco Brenes-Martín¹, Manuel Rosety Rodríguez¹, Rocío Toro¹, Francisco Javier Ordóñez¹ and Ignacio Rosety¹

¹University of Cadiz, Spain. ²University of Cadiz. Hospital "Puerta del Mar", Spain.

Abstract

Introduction: this study was conducted to ascertain the effects of resistance circuit training on epicardial adipose tissue (EAT) in obese aged women. A secondary objective was to assess muscle damage induced by supervised resistance training to confirm the intervention program was effective and safe.

Methods: in the present interventional study, a total of 48 obese aged women were recruited from the community. Twenty-four of them were randomly assigned to perform a 12-week resistance circuit training programme, 3-days per week. This training was circularly performed in 6 stations: arm curl, leg extension, seated row, leg curl, triceps extension and leg press. The Jamar handgrip electronic dynamometer was used to assess maximal handgrip strength of the dominant hand. Two experienced observers assessed EAT by transthoracic two-dimensional echocardiography. Lastly, serum samples were analysed using one-step sandwich assays for creatine kinase activity (CK) and myoglobin (MB) concentration.

Results: as was hypothesized, resistance training significantly reduced EAT thickness (8.4 ± 1.0 vs. 7.3 ± 1.3 mm; $p = 0.014$; $d = 0.76$) in the experimental group. Resistance training induced no significant changes in markers of muscle damage such as CK (181.6 ± 36.9 vs. 194.2 ± 37.8 U/l; $p = 0.31$) and MB (62.4 ± 7.1 vs. 67.3 ± 7.7 ng/ml; $p = 0.26$). No significant changes in any of the tested outcomes were found in the control group.

Conclusion: resistance training reduced EAT in aged obese women. A secondary finding was that the training program was effective and safe. While current results are promising, future studies are still required to consolidate this approach in clinical application.

(Nutr Hosp. 2015;32:2193-2197)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9696

Key words: Aged. Resistance training. Visceral fat. Myoglobin. Creatin kinase.

Correspondencia: Manuel Rosety Rodríguez.
Departamento Medicina. Universidad de Cádiz.
Calle Doctor Marañón, 3 (Edificio Andrés Segovia).
11002 Cádiz.
E-mail: manuel.rosetyrodriguez@uca.es

Recibido: 28-VII-2015.
Aceptado: 19-VIII-2015.

REDUCCIÓN DE MASA GRASA EPICÁRDICA MEDIANTE ENTRENAMIENTO DE FUERZA EN CIRCUITO EN ADULTOS MAYORES OBESOS

Resumen

Introducción: en la actualidad se acepta la asociación entre masa grasa epicárdica y patología cardiovascular. Recientes estudios sugieren que el ejercicio aeróbico podría reducir la masa grasa epicárdica. La originalidad de este trabajo reside en determinar la utilidad para tal fin de un programa de entrenamiento de fuerza en mujeres adultas mayores obesas. Como segundo objetivo nos propusimos que el programa fuese seguro para las participantes.

Material y método: participaron voluntariamente 48 mujeres (70-75 años) con obesidad procedentes de la comunidad. De ellas, 24 fueron asignadas aleatoriamente al grupo experimental para desarrollar un programa de entrenamiento de fuerza en circuito de seis estaciones durante doce semanas con tres sesiones/semana. La masa grasa epicárdica se determinó mediante ecografía transthorácica bidimensional por personal entrenado. También se evaluaron los niveles plasmáticos de creatina cinasa y mioglobina. Este protocolo fue aprobado por un comité de ética institucional.

Resultados: el grosor de la masa grasa epicárdica se redujo significativamente tras completar el programa de intervención ($8,4 \pm 1,0$ vs. $7,3 \pm 1,3$ mm; $p = 0,014$; $d = 0,76$). Además, las participantes no mostraron cambios en marcadores de daño muscular como creatin cinasa ($181,6 \pm 36,9$ vs. $194,2 \pm 37,8$ U/l; $p = 0,31$) y mioglobina ($62,4 \pm 7,1$ vs. $67,3 \pm 7,7$ ng/ml; $p = 0,26$).

Conclusión: el entrenamiento de fuerza en circuito reduce la masa grasa epicárdica de forma segura en mujeres mayores obesas. Aunque estos resultados son prometedores, aún son necesarios futuros estudios para consolidar su aplicación en clínica.

(Nutr Hosp. 2015;32:2193-2197)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9696

Palabras clave: Mayores. Entrenamiento de fuerza. Grasa visceral. Creatina cinasa. Mioglobina.

Abbreviations

BMI: Body mass index.
CAD: Coronary artery disease.
CK: Creatine kinase.
DXA: Dual-energy X-ray absorptiometry.
EAT: Epicardial adipose tissue.
MB: Myoglobin.
WC: Waist circumference.

Introduction

One of the hallmarks of advanced aging is the loss of muscle mass that has been strongly associated with increased risk of falling and a loss of functional independency¹. Fortunately, supervised training programmes may reduce fear the occurrence of falls by improving strength, gait, balance and mood². In a more detailed way, recent studies have also emphasized that resistance training should be an integral component of a fitness program given that endurance training alone was not sufficient to prevent the loss in muscle strength with aging^{3,4}.

Decline in muscle strength as well as attenuated cardiac function with aging not only leads to overall physical function decline but also has a close relationship with cardiovascular disease occurrence⁵. Although there is unanimous agreement on the importance of resistance training to improve muscle strength in aged women⁶, there is no information in the literature regarding its influence on epicardial adipose tissue (EAT). This finding would be of particular interest to explain, at least in part, the impact of resistance training on cardiovascular disease risk factors and outcomes in older adults⁷. In this respect, it is widely accepted asymptomatic patients with coronary artery disease (CAD) have significantly more EAT than patients without CAD⁸. Similarly, increased EAT thickness assessed by transthoracic echocardiography is associated with deficient results of psychometric tests assessing cognitive performance, and may consistently foresee

impairment of cognition in the elderly⁹. However, the validity of these observations is limited by the fact that the proportion of elderly people who do strength (resistance) training is currently low¹⁰. More recently, Harada *et al.* has already described several perceived barriers to strength training among older adults¹¹. For the reasons already mentioned, this study was conducted to ascertain the effects of resistance circuit training on EAT in obese aged women. A secondary objective was to assess muscle damage induced by supervised resistance training to confirm the intervention program was effective and safe.

Material and methods

Study population

In the present interventional study, a total of forty-eight obese aged women were recruited from the community (Table I). The statistical package *GRAN-MO* v7.12 (IMIM, BCN, Spain) was used for sample size calculation. Inclusion criteria were defined as follows: woman, aged > 65 years-old, obese, sedentary (<20 minutes of aerobic exercise, twice per week, in the last six months¹²). Obesity was defined according to the International *Obesity Task Force* (IOTF) standards (BMI > 30 kg/m²). Furthermore, all of them had medical approval for physical activity participation. Exclusion criteria were defined as the coexistence of uncorrected thyroid diseases, due to their impact on the body composition of these patients, diabetes, ischemic heart disease, cardiac arrhythmia, congestive heart disease, rheumatoid arthritis and chronic obstructive pulmonary disease (COPD).

Intervention programme

Twenty-four of them were randomly assigned to perform a 12-week resistance circuit training programme, 3 days per week (Table II).

Table I
Anthropometric and biochemical characteristics of obese aged women enrolled in the intervention and control groups at baseline

	<i>Intervention</i>	<i>Control</i>	<i>P value</i>
Age years	67.3± 2.1	68.1± 2.3	>0.05
BMI (kg/m ²)	31.2± 1.0	31.6± 1.2	>0.05
WC (cm)	101.8± 4.6	103.6± 4.9	>0.05
c-LDL (mg/dl)	131.7± 12.1	133.1± 13.2	>0.05
c-HDL (mg/dl)	47.7± 5.2	46.0± 6.1	>0.05
Triglycerides (mg/dl)	166.2± 14.8	168.6± 17.9	>0.05
Glycaemia (mg/dl)	113.8± 5.4	115.1± 4.2	>0.05

Note: WC: Waist circumference. c-LDL: Low density lipoprotein cholesterol. c-HDL: High density lipoprotein cholesterol.

Table II
Characteristics of the resistance circuit training, comprised of 6 stations, performed by participants in the intervention group

	<i>1°-2°-wk</i>	<i>3°-4°-wk</i>	<i>5°-6°-wk</i>	<i>7°-8°-wk</i>	<i>9°-10°-wk</i>	<i>11°-12°-wk</i>
Load	40%	45%	50%	55%	60%	65%
Series	2	2	2	2	2	2
Rep.	10	10	8	8	6	6
Rest	90	90	90	90	90	90

Note: Load: Expressed as percentage of 8 repetition-maximum (8RM) test. Rep: number of repetitions. Rest: resting periods between stations expressed in seconds.

This training was circularly performed in 6 stations: arm curl, leg extension, seated row, leg curl, triceps extension and leg press. Each training session started and finished with a warming-up and cooling-down period of 5-10 minutes during which muscle stretching exercises were performed. Furthermore, training sessions were in small groups (6 participants) and were supervised by experienced physical therapists to ensure that participants used the correct technique and intensity (ratio 1 monitor/2 participants).

It should be pointed out that before starting training program, participants included in the intervention group underwent a pre-training session to be familiar with resistance exercises as well as to perform the 8-repetition-maximum (8RM) test per each exercise¹³. Control group included 16 age, sex and BMI matched adults with DS who did not take part in any training program.

Nutritional intake record

To control the potential confounding effect of diet, parents were carefully instructed to avoid quantitative or qualitative differences. Furthermore, they were asked to complete a food consumption frequency questionnaire for three days (2 weekdays and 1 weekend day). No significant difference was found between the intervention and control groups when assessing energy intake (1792±201 vs 1703±196kcal; $p=0.41$).

Outcome measurements

All outcomes at individual level were assessed firstly at baseline and secondly 72-h after the end of the intervention.

Two experienced observers assessed EAT by transthoracic two-dimensional echocardiography (Vivid 7 system; GE-Vingmed Ultrasound AS; Horten, Norway) according to standard techniques stated by the American Society of Echocardiography¹⁴. In a more detailed way, epicardial fat thickness was measured in end diastole on the free wall of the right ventricle from the parasternal long- and short-axis views,

as previously described¹⁵. Intra-observer and inter-observer variability of EAT thickness quantification was analyzed using the interclass correlation coefficient. In addition, the following equation was used to calculate the Body Mass Index (BMI = weight (kg)/height (m)²), that was expressed as kg/m². Height was determined with an accuracy of 0.1 cm by precision stadiometer. Body weight was assessed with an accuracy of 0.1 kg using an electronic balance. Waist circumference was measured as halfway between the costal edge and the crista using an anthropometric tape (Holtain Ltd). It should be pointed out these parameters were assessed according to the International Society for the Advancement of Kineanthropometry (ISAK) guidelines by a long experienced investigator who was not involved in any other aspect of the trial.

The Jamar handgrip electronic dynamometer (Bolingbrook, Illinois, US) was used to assess maximal handgrip strength of the dominant hand, defined as the one preferred for daily activities. The standard testing position, approved by the American Society of Hand Therapists, was used¹⁶. Three maximal attempts, separated each one by 90-second resting periods, were given by each subject. The highest value was considered for further analysis. Verbal encouragement was afforded to ensure maximal efforts. Furthermore, all participants underwent a preliminary session to be familiar with the correct use the dynamometer.

Regarding markers of muscle damage, blood samples were collected from the antecubital vein after a 12-h fast and collected by evacuated tubes containing EDTA. The whole blood was centrifuged at 3000 rpm for 20 minutes in a clinical centrifuge. The plasma was separated and stored at -80° C until further analysis. Serum samples were analyzed using one-step sandwich assays for creatine kinase activity (CK) and myoglobin concentration (MB) (Beckman-Coulter Inc).

Ethics and statistics

It should be pointed out that the current protocol complied with the Declaration of Helsinki (2008). Written informed consent was obtained from all participants. Further, the current protocol was approved

by an Institutional Ethics Committee. The results were expressed as a mean (SD). The Shapiro-Wilk test was used to assess whether data were normally distributed. To compare the mean values, a one-way analysis of variance (ANOVA) with post-hoc Bonferroni correction to account for multiple tests were used. For all tests, statistical significance was set at an alpha level of 0.05. Finally, Cohen's d statistics were used for determining mean effect sizes as follows: small $d > 0.2$ and < 0.5 ; medium $d > 0.5$ and < 0.8 ; large $d > 0.8$.

Results

As was hypothesized, resistance training significantly reduced EAT thickness (8.4 ± 1.0 vs. 7.3 ± 1.3 mm; $p=0.014$; $d=0.76$) in the experimental group. It should be pointed out that intra-observer reproducibility for EAT thickness measurements was excellent with a correlation coefficient of 0.97, while the inter-observer data showed a coefficient of 0.97.

When compared to baseline results, maximal handgrip strength was significantly greater (22.5 ± 6.0 vs. 24.1 ± 5.8 Kg; $p=0.028$; $d=0.94$). Resistance training induced no significant changes in markers of muscle damage such as CK (181.6 ± 36.9 vs. 194.2 ± 37.8 U/l; $p=0.31$) and MB (62.4 ± 7.1 vs. 67.3 ± 7.7 ng/ml; $p=0.26$).

Lastly, neither sports-related injuries nor withdrawals from the program were reported during the entire study period. Finally, no significant changes in any of the tested outcomes were found in the control group.

Discussion

Taking into consideration the contribution of visceral fat mass to obese-related disorders, it has been proposed as a therapeutic target¹⁷. To the best of our knowledge, the current study was the first to evaluate the influence of resistance training on epicardial fat mass in aged women. As was hypothesized, strength training significantly reduced EAT. In a previous study, Fornieles *et al.* concluded a 16-week home-based treadmill training reduced epicardial and abdominal fat in postmenopausal women with metabolic syndrome¹⁸. Similarly, Brinkley *et al.* also found that a mixed protocol based on caloric restriction and aerobic exercise reduced pericardial fat in postmenopausal women¹⁹. It should be emphasized that our training program was not combined with a highly controlled dietary intervention, so that it may be considered more feasible and practical for participants. Furthermore, the present protocol lasted just 12 weeks in contrast to the 6-month exercise intervention designed by Jonker *et al.* to reduce pericardial fat volume in patients with type 2 diabetes mellitus²⁰. Lastly, a recent systematic review and meta-analysis showed that an exercise

program without hypocaloric diet has the potential to reduce visceral adipose tissue²¹. Thus, it would be possible to take preventive measures and implement early treatment in order to avoid complications and reduce associated health care costs associated to visceral fat in general and EAT in particular. Consequently, in addition to fulfilling the criterion of originality, this study also reflects contemporary criteria insofar as it may contribute to the sustainability of the health system in the present times of budgetary constraints.

In recent years many techniques have emerged for identifying and monitoring visceral fat both in clinical and research settings. Conventional kineanthropometric parameters are still used to determine abdominal fat mass due to their low cost and wide availability in any clinical setting²². However, these parameters do not differentiate between visceral and subcutaneous fat mass²³. Consequently, an increasing number of studies recommend the use of imaging techniques since these are more accurate and reproducible although also more costly and complex²⁴. In this respect, transthoracic echocardiography is receiving increasing attention given that it involves no radiation compared to computed tomography and dual-energy X-ray absorptiometry (DXA). In addition, it is simpler, faster and more accessible in clinical practice than magnetic resonance^{25,26}.

It is generally accepted that physical activity entails an inherent risk of musculoskeletal injury²⁷. In this respect, the lack of qualified instruction that underlies poor exercise technique and inappropriate training loads could explain, at least partly, some of the reported injuries associated with resistance training²⁸. Fortunately, our results suggested that a 12-week supervised resistance training did not increase markers of muscle damage in aged obese women. In addition, no sport-related injuries were reported in the experimental group. Similarly, the Cochrane review by Liu and Latham that included 121 trials with more than 6,700 older adults, concluded that adverse events typically were not reported²⁹. Furthermore, the adherence rates in aged women enrolled in two different exercise programs (endurance training vs. resistance training) showed it was significantly higher in the strength training group³⁰. Strengths of the current study included the homogeneous and large sample size. Conversely, previous studies focused on the influence of regular exercise on elderly have recruited mixed (male and female) groups in order to increase sample size with the aim of strengthening research design³¹. Furthermore, the presence of a control group consisting of age, sex and BMI matched women may reduce the recruitment bias of healthy controls. Lastly, the excellent adherence rate suggested the training program was effective and easy to follow-up. This was of particular interest given that it may finally give them the confidence to continue exercising after the trial finishes.

Finally, the present study had some limitations that should be considered too. We have not assessed mar-

kers of muscle stress immediately after the training session that would have provided more information regarding the release and clearance from the circulation of each biomarker. Furthermore, the use of weight lifting machines may limit the reproducibility of this study in case exercise equipment is not available. Accordingly, future studies focused on well-designed resistance exercise workouts that use free weight are also required to facilitate its reproducibility elsewhere.

It was concluded that resistance training reduced EAT in aged obese women. A secondary finding was that the training program was safe. While current results are promising, future studies are still required to consolidate this approach in clinical application given that EAT thickness has been associated with an unfavourable cardiometabolic risk profile even at early life stages³².

References

1. Woo N, Kim SH. Sarcopenia influences fall-related injuries in community-dwelling older adults. *Geriatr Nurs*. 2014; 35: 279-82.
2. Kendrick D, Kumar A, Carpenter H, *et al*. Exercise for reducing fear of falling in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014 Nov 28; 11: CD009848.
3. Idland G, Sylliaas H, Mengshoel AM, *et al*. Progressive resistance training for community-dwelling women aged 90 or older; a single-subject experimental design. *Disabil Rehabil*. 2014; 36: 1240-8.
4. Marcell TJ, Hawkins SA, Wiswell RA. Leg strength declines with advancing age despite habitual endurance exercise in active older adults. *J Strength Cond Res*. 2014; 28: 504-13.
5. Lee JS, Kim CG, Seo TB, Kim HG, Yoon SJ. Effects of 8-week combined training on body composition, isokinetic strength, and cardiovascular disease risk factors in older women. *Aging Clin Exp Res*. 2015; 27: 179-86.
6. Palop-Montoro MV, Parraga-Montilla JA, Lozano-Aguilera E, Arteaga-Checa M. Sarcopenia intervention with progressive resistance training and protein nutritional supplements. *Nutr Hosp*. 2015; 31: 1481-90.
7. Williams MA, Stewart KJ. Impact of strength and resistance training on cardiovascular disease risk factors and outcomes in older adults. *Clin Geriatr Med*. 2009; 25: 703-14.
8. Bachar GN, Dicker D, Kornowski R, Atar E. Epicardial adipose tissue as a predictor of coronary artery disease in asymptomatic subjects. *Am J Cardiol*. 2012; 110: 534-8.
9. Mazzocchi G, D'Agostino MP, Vinciguerra M, Ciccone F, Paroni G, Seripa D, *et al*. An association study between epicardial fat thickness and cognitive impairment in the elderly. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2014; 307: 1269-76.
10. Mayer F, Scharhag-Rosenberger F, Carlsohn A, Cassel M, Muller S *et al*. The Intensity and Effects of Strength Training in the Elderly. *Dtsch Arztebl Int*. 2011; 108: 359-64.
11. Harada K, Shibata A, Lee E, Oka K, Nakamura Y. Associations between perceived health benefits and barriers to strength training, and stages of change for strength-training behavior among older Japanese adults. *J Phys Act Health*. 2014; 11: 801-9.
12. Ryan AS, Harduarsingh-Permaul AS. Effects of weight loss and exercise on trunk muscle composition in older women. *Clin Interv Aging*. 2014; 9: 395-402.
13. Taylor JD, Fletcher JP. Reliability of the 8-repetition maximum test in men and women. *J Sci Med Sport*. 2012; 15: 69-73.
14. Schiller NB, Shah PM, Crawford M, Demaria A, Devereux R, Feigenbaum H, *et al*. Recommendations for quantitation of the left ventricle by two-dimensional echocardiography. American Society of Echocardiography Committee on Standards, Subcommittee on Quantitation of Two-Dimensional Echocardiograms. *J Am Soc Echocardiogr*. 1989; 2: 358-67.
15. Iacobellis G, Assael F, Ribaudo MC, Zapaterreno A, Alessi G, Dimario U, *et al*. Epicardial fat from echocardiography: a new method for visceral adipose tissue prediction. *Obes Res*. 2003; 11: 304-10.
16. Mathiowetz V. Grip and pinch strength measurements. In *Muscle strength testing: instrumented and non-instrumented systems*. Amudsen LR Ed.; Churchill-Livingstone: New York, USA, 1970; 163-177.
17. Payne GA, Kohr MC, Tune JD. Epicardial perivascular adipose tissue as a therapeutic target in obesity-related coronary artery disease. *Br J Pharmacol*. 2012; 165: 659-669.
18. Fornieles-González G, Rosety-Rodríguez MÁ, Rodríguez-Parreja MA, Diaz AJ, Rosety-Rodríguez J, Pery-Bohorquez MT, *et al*. A home-based treadmill training reduced epicardial and abdominal fat in postmenopausal women with metabolic syndrome. *Nutr Hosp*. 2014; 30: 609-13.
19. Brinkley TE, Ding J, Carr JJ, Nicklas BJ. Pericardial fat loss in postmenopausal women under conditions of equal energy deficit. *Med Sci Sports Exerc*. 2011; 43: 808-14.
20. Jonker JT, de Mol P, de Vries ST, Widya RL, Hammer S, Van Schinkel LD, *et al*. Exercise and type 2 diabetes mellitus: changes in tissue-specific fat distribution and cardiac function. *Radiology*. 2013; 269: 434-42.
21. Vissers D, Hens W, Taeymans J, Baeyens JP, Poortmans J, Van Gaal L. The effect of exercise on visceral adipose tissue in overweight adults: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2013; 8: e56415.
22. Oda E. Optimal cutoff points of waist circumference for the criteria of abdominal obesity: comparison with the criteria of the International Diabetes Federation. *Circ J*. 2010; 74: 207.
23. Bouchard C. BMI, fat mass, abdominal adiposity and visceral fat: where is the 'beef'. *Int J Obes (Lond)*. 2007; 31: 1552-53.
24. Owen K, Pettman T, Haas M, Viney R, Misan G. Individual preferences for diet and exercise programmes: changes over a lifestyle intervention and their link with outcomes. *Public Health Nutr*. 2010; 13: 245-52.
25. Mattsson S, Thomas BJ. Development of methods for body composition studies. *Phys Med Biol*. 2006; 51: R203-28.
26. Lee SY, Gallagher D. Assessment methods in human body composition. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2008; 11: 566-72.
27. Morrow JR Jr, Defina LF, Leonard D, Trudelle-Jackson E, Custodio MA. Meeting physical activity guidelines and musculoskeletal injury: the WIN study. *Med Sci Sports Exerc*. 2012; 44: 1986-92.
28. Faigenbaum AD, Myer GD. Resistance training among young athletes: safety, efficacy and injury prevention effects. *Br J Sports Med*. 2010; 44: 56-63.
29. Liu CJ, Latham NK. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2009; (3): CD002759.
30. Picorelli AM, Pereira DS, Felício DC, Dos Anjos DM, Pereira DA, Dias RC, Assis MG, Pereira LS. Adherence of older women with strength training and aerobic exercise. *Clin Interv Aging*. 2014; 9: 323-31.
31. Vechin FC, Libardi CA, Conceição MS, Nogueira FR, Lixandrão ME, Berton R, *et al*. Comparisons between low-intensity resistance training with blood flow restriction and high-intensity resistance training on quadriceps muscle mass and strength in elderly. *J Strength Cond Res*. 2015 Apr; 29(4): 1071-6.
32. Schusterova I, Leenen FH, Jurko A, Sabol F, Takacova J. Epicardial adipose tissue and cardiometabolic risk factors in overweight and obese children and adolescents. *Pediatr Obes*. 2014; 9: 63-70.



Original/Deporte y ejercicio

Efectos de la ingesta voluntaria de líquidos (agua y bebida deportiva) en corredores por montaña *amateurs*

Vicente Nebot^{1,2}, Eraci Drehmer¹, Laura Elvira¹, Sonia Sales¹, Carlos Sanchís^{2,3}, Laura Esquiús^{2,3} y Ana Pablos¹

¹Facultad de CC de la Actividad Física y del Deporte. Universidad Católica de Valencia "San Vicente Mártir". ²Departamento de Ciencias de la Salud. Universitat Oberta de Catalunya. ³Facultat de Ciències de la Salut de Manresa, Universitat de Vic - Universitat Central de Catalunya (UVic-UCC), España.

Resumen

Introducción: las carreras por montaña de 21 km y 1.000 metros de desnivel pueden suponer un riesgo si no se mantiene una adecuada reposición hídrica.

Objetivo: conocer los niveles de deshidratación y evaluar las diferencias entre una carrera con ingesta voluntaria de agua (CcA) y bebida deportiva (CcB).

Método: 18 sujetos de 31,9 ($\pm 2,8$) años y %MG 10,53 ($\pm 2,8$), completaron una CcA o una CcB. Se evaluó el efecto de CcA y CcB sobre cada variable; Peso (P), Masa Grasa (MG), Glucosa (GL), Lactato (LT), Tensión Arterial Sistólica (TAS) y Diastólica (TAD), Pulsaciones por Minuto (PPM) y Temperatura Timpánica (T^a). Estas fueron tomadas al inicio (T1) y al final (T2) de cada prueba. Los efectos se calcularon con la ANOVA Friedman. Las diferencias en las variables tiempo de carrera (TC), % de pérdida de peso (%PP) y líquido ingerido (LI) se evaluaron con la prueba de Wilcoxon. Todos los cálculos se realizaron con el SPSS versión 20.0 (IBM, Somers, NY, USA).

Resultado: el % PP fue de 2,967 ($\pm 0,969$) y 2,883 ($\pm 0,730$), para CcA y CcB. En TC, %PP y LI no hay diferencias ($p > .05$) entre carreras. Para CcA en función del tiempo, son significativos ($p < .05$) los cambios en: P, %MG, GL, L, TAS y PPM. Para CcB en función del tiempo, solo son significativos en P y PPM.

Conclusiones: ningún líquido consigue evitar que los deportistas se deshidraten. No obstante, los efectos de la deshidratación son mucho más severos ingiriendo solo agua.

(Nutr Hosp. 2015;32:2198-2207)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9637

Palabras clave: Hidratación. Carreras por montaña. Ingesta de agua. Bebida deportiva.

EFFECTS OF VOLUNTARY INTAKE OF FLUIDS (WATER AND SPORTS DRINK) IN AMATEUR MOUNTAIN RUNNERS

Abstract

Introduction: 21 K and 1 000 m ascent trail-running races can be dangerous if an appropriate liquid replacement isn't maintained.

Objectives: know trail-runners level of dehydration and assess the differences between *ad libitum* water (CcA) and sport drink (CcB) hydration after a trail running race.

Methods: 18 subjects, mean age 31.9 (± 2.8) and %MG 10.53 (± 2.8), completed CcA or CcB. CcA and CcB effects on Weight (P), Fat Mass (MG), Glucose (GL), Lactate (LT), Systolic (TAS) and Diastolic Arterial Tension (TAD), Heart Rate (PPM) and Tympanic Temperature (T^a) were assessed. All measurements were taken at the start (T1) and the finish (T2) of each race. A Friedman ANOVA test was used to calculate the effect of CcA and CcB on each variable. Differences between race time (TC), % bodyweight loss (%PP) and liquid ingestion (LI) were assessed with a Wilcoxon test. All statistical analysis were conducted with SPSS version 20.0 (IBM, Somers, NY, USA).

Results: mean %PP was 2.967 (± 0.969) and 2.883 (± 0.730) for CcA and CcB respectively. No significant differences were found between %PP and LI ($p > .05$) between races. Significant changes were found in P, %MG, GL, L, TAS and PPM between T1 and T2 in CcA condition. While only significant changes in P and PPM were stabilised between T1 and T2 in CcB condition.

Conclusions: neither water or sport drink ingestion avoid trail-runners to reach a dehydrated state. However, dehydration effects seems to be more serious when only water is ingested.

(Nutr Hosp. 2015;32:2198-2207)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9637

Key words: Hydration. Mountain races. Water intake. Sports drink.

Correspondencia: Vicente Nebot Paradells.
Universidad Católica de Valencia "San Vicente Mártir".
Facultad CC Actividad Física y Deporte.
C/ Virgen de la Soledad s/n, 46900 Torrent (Valencia), España.
E-mail: vicente.nebot@ucv.es

Recibido: 13-VII-2015.
Aceptado: 14-VIII-2015.

Abreviaturas

CcA: Carrera con ingesta voluntaria de agua.
CcB: Carrera con ingesta voluntaria de bebida deportiva.
P: Peso.
MG: Masa Grasa.
GL: Glucosa.
LT: Lactato.
TAS: Tensión arterial sistólica.
TAD: Tensión arterial diastólica.
T^a: Temperatura timpánica.
PPM: Pulsaciones por minute.
TC: Tiempo de carrera.
%PP: Porcentaje de pérdida de peso.
T1: Medición al inicio de la carrera.
T2: Medición tras la carrera.
LI: Líquido ingerido.

Introducción

En la actualidad, se han incrementado el número de practicantes y las pruebas de resistencia de todo tipo a nivel mundial¹. Concretamente, en España, ha sido notable este incremento en lo que respecta al número de carreras por montaña realizadas, así como la cantidad de participantes, y en especial, en la modalidad de 21 Km y 1000 metros de desnivel acumulado². Este tipo de carreras se desarrollan principalmente por pistas, caminos forestales no asfaltados, senderos, barrancos y otras zonas de montaña, llegando a alcanzar pendientes de 40° en algunos momentos, y nunca con más de un 15% del recorrido realizado por asfalto³.

Con un adecuado control, los beneficios de la actividad física sobre la salud, incluyendo las actividades de montaña, son indudables⁴, sin embargo, más de un 50% de los corredores amateurs suelen auto-entrenarse^{5,6} y pueden tener problemas para completar, dentro de unos márgenes saludables, este tipo de pruebas de larga duración (2-3 h) y alta exigencia (física, mental y técnica).

Diversos estudios han demostrado que las carreras por montaña producen un elevado grado de fatiga neuromuscular y aumento de marcadores clave como la creatin kinasa, que se mantienen varios días después de la finalización del ejercicio^{7,8}. Además de este tipo de fatiga, el corredor de montaña se enfrenta a la fatiga inducida por las condiciones climáticas del entorno, media alta montaña y climas extremos.

En España, la alta humedad y calor, propician la aparición de patologías por pérdidas de fluidos⁹. Si estos deportistas no tienen en cuenta que un 80% de la energía empleada en la contracción muscular es liberada en forma de calor^{10,11} y que el reflejo de la sed es una respuesta ante la deshidratación ya instaurada, su rendimiento podría bajar, e incluso su salud podría verse comprometida.

Se sabe que, durante el ejercicio de larga duración, la pérdida de fluidos por la sudoración tiende a limitar el flujo sanguíneo al músculo a través de una reducción del volumen plasmático y el volumen sistólico en cada latido¹². Concretamente, existen evidencias de una disminución del rendimiento deportivo con tan sólo pérdidas del 1% del peso corporal por un aumento del trabajo cardíaco y, en esta línea, otros autores advierten que pérdidas de peso corporal superiores al 2% afectan sobre todo al ejercicio aeróbico en climas cálidos, además de disminuir el rendimiento mental y cognitivo^{11,13,14}.

Los beneficios de una correcta hidratación previa al entrenamiento y durante la competición han sido ampliamente aceptados por la comunidad científica¹⁵ y, del mismo modo, se ha aceptado que la ingesta de bebidas con una mezcla de electrolitos y carbohidratos ayudan a reponer la pérdida de líquidos y electrolitos producida durante la sudoración, previenen la reducción del volumen plasmático, regulan la sensación de sed y retrasan la aparición de fatiga, con el consiguiente beneficio en el rendimiento^{10,16}. Así, es lógico pensar que, en carreras por montaña, una correcta estrategia hídrica y un adecuado aporte de electrolitos y carbohidratos suponen una ventaja desde el punto de vista del rendimiento y de la salud.

Sin embargo, como señalan ciertos autores^{17,18}, la mayor parte de la información que tenemos sobre la respuesta termo-regulatoria durante el ejercicio, proviene de estudios realizados en laboratorio, siendo más escasos los estudios que han evaluado el rendimiento e hidratación en situaciones reales y contextos ecológicamente válidos^{15,19}. En esta línea, para comprender realmente la respuesta del deportista en situación real, y trasladar el conocimiento científico a la competición o al entrenamiento, hemos desarrollado este estudio.

Objetivo

Determinar las tasas de deshidratación de los deportistas que practican carreras por montaña en un ambiente real, con ingesta voluntaria de líquidos, en la modalidad de 21 Km y 1000 metros acumulados. Y comparar los efectos fisiológicos y antropométricos, entre realizar la carrera con ingesta voluntaria de agua (CcA) o realizarla con ingesta voluntaria de bebida deportiva (CcB).

Métodos

Muestra

En este estudio participaron un total de 18 corredores, 50% en CcA y 50% en CcB. La edad media de los participantes fue de 31.9 (±2.8) años y el porcentaje de grasa 10.53 (±2.8).

Criterios de inclusión

Los participantes, se seleccionaron acorde a los siguientes criterios:

- Edad entre 25 y 35 años.
- No sufrir ninguna patología del aparato locomotor, ni estar en un proceso de enfermedad.
- Acreditar que se encuentran Federados en la FEDME.
- Haber practicado este deporte como mínimo un año (Actual segunda temporada practicando carreras).
- Haber practicado otros deportes anteriormente a las carreras por montaña, no siendo profesional, ni contar con más de 10 años de experiencia practicando este deporte.
- Posibilidades de desplazamiento y la proximidad de residencia.
- Poder participar durante las mañanas del domingo 19 o 26 de Mayo 2014 desde las 7.00 h a.m. hasta las 14h del mismo día.

Los corredores conocieron de la realización de este estudio por difusión vía redes sociales, y por comunicación directa entre ellos. Todos corrieron de forma voluntaria tras ser informados de los riesgos y beneficios de la participación en este estudio. Este estudio fue aprobado por el Comité Ético de esta universidad, y se ha desarrollado de acuerdo a lo establecido en la Declaración de Helsinki para la investigación biomédica de la Asociación Médica Mundial.

Diseño del Estudio

Tras solicitarse al Ayuntamiento de Vallada los permisos para organizarse una CcA y una CcB, se realizó

un llamamiento a los Clubes de Carreras por Montaña, con la intención de reclutar 10 corredores para cada una de las jornadas.

El estudio se llevó a cabo en dos jornadas, porque se requería un gran número de medidores, con el objetivo de que los deportistas no tuvieran que esperar y por lo tanto, recuperaran al concluir la carrera.

En cada jornada celebrada, la mitad de los participantes ejecutaron la prueba en formato de CcA y los otros en CcB, siendo al azar su participación en cada modalidad. El mismo protocolo, se siguió en la primera y la segunda jornada.

Las bebidas elegidas, tomando las indicaciones de otros autores^{10,11,20}, se sirvieron a temperaturas entre 15 y 21 grados, la bebida deportiva tenía un sabor dulce y color, su nivel calórico se encontraba entre 80 - 350 Kcal/1000 ml, y menos del 75% del valor calórico provenía de una mezcla de carbohidratos de alta carga glucémica (como glucosa, sacarosa, maltodextrinas y fructosa), siendo su rango de sodio entre 460 - 1.150 mg/l, sin sobrepasar una osmolalidad de 400 mOsm/kg de agua.

En la siguiente Tabla I, se muestra la composición de los líquidos utilizados.

Instrumentos

Los datos climatológicos de cada jornada, fueron tomados de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), en la franja horaria de las 6.00h a las 12.00 h en la población de Vallada. Y el control de los tiempos siempre fue llevado a cabo por el mismo anotador, con un mismo cronómetro manual.

Para el control de la cantidad de líquido ingerido durante la carrera, se utilizaron un embudo y probeta de plástico de 10 ml, anotándose la cantidad de líquido que cada corredor se llevó a la carrera, y la cantidad de líquido sobrante.

Tabla I
Composición de los líquidos utilizados para la reposición de líquidos durante la carrera

<i>Agua (composición por litro) utilizada en la CcA</i>	<i>Bebida Deportiva (Composición por 100 g) utilizada en la CcB</i>	
- Residuo seco a 180°C 26 mg/l	- Valor energético 1553 Kj / 366 Kcal	- Zinc 6 mg
- Bicarbonatos 18	- Glúcidos 84,4 g	- Calcio 402 mg
- Cloruros 0,67 mg/l	- Prótidos 6,0 g	- Cobre 300 µg
- Calcio 4 mg/l	- Lípidos 0,4 g	- Vitamina E 7,8 mg
- Magnesio 1,8	- Glúcidos simples 49,9 g	- BCAA 1300 mg
- Sodio 1,3 mg/l	- Maltodextrinas 34,5 g	- Potasio 301 mg
- Sílice 8,9 mg/l	- Sodio 703 mg	- Molibdeno 22,5 µg
- Nitratos 2,8 mg/l	- Manganeso 1 mg	- Vitamina B1 1,1 mg
	- Vitamina C 46,8 mg	- Magnesio 300 mg
	- Glutamina 200 mg	- Selenio 10,5 µg
		- Vitamina B6 1,6 mg
Indicaciones de uso del producto = Diluir 2 dosis (60 g) en 500 ml de agua.		

Las variables antropométricas fueron tomadas con un estadiómetro de precisión de 1 mm, una TanitasBC-418 Segmental Body Composition Analyzer, un Plicómetro metálico Holtain de precisión 1 mm, 1 Paquímetro bicondylar Hotain metálico de precisión 1 mm y una cinta antropométrica Lufkin de acero inoxidable, flexible, inextensible y precisión de 0,2 mm. Y el porcentaje de masa grasa de los participantes, fue calculado según las fórmula Peso graso Carter, y siguiendo el protocolo ISAK ²¹.

Para el control de las variables fisiológicas, se utilizaron un termómetro timpánico infrarrojo IN4 Care ST623, un tensiómetro digital Omron M3, el Acutrend GTC Sangre Capilar y reactivos de glucosa, y el Lactate Pro y sus reactivos.

Recorrido de la Carrera Seleccionada

El recorrido de montaña seleccionado fue la Carrera por montaña de Vallada, que forma parte del Circuito Trail Valencia, el circuito de carreras por montaña más importante de la Comunidad Valenciana. Este tiene inicio y fin en la localidad de Vallada, Valencia, España. Cuenta con un recorrido total de 21,2 Km, y un desnivel acumulado de 1200 metros positivos. Está considerada como una carrera de nivel moderado-alto, su pico de máxima altura se encuentra a unos 720 metros sobre el nivel del mar, y la mínima altura es de unos 288 metros. El tiempo medio en completar la última edición de la carrera fue de 184 minutos a un ritmo de 8:46 min/km, mientras tiempo del ganador fue de 123 min (5:54 min/km).

Procedimiento de Medición

En ambas pruebas se siguió el siguiente protocolo de medición. De 7.00 a 7.30 h am., los participantes llegaban al punto de control y de filiación.

Se procedía a la cuantificación del líquido de carrera. Tenían hasta las 7.30h para indicar la cantidad de líquido que querían llevarse. Este líquido se cuantificaba con la probeta y se anota tras rellenarse el dispositivo (botellas o mochila) con la que los corredores ejecutaban la prueba.

El protocolo para cuantificar cada variable, se dividió en 2 postas principales:

Posta Antropométrica. Los participantes accedían en ropa interior, para ser evaluados por un anotador nivel 1 ISAK, y por una medidora antropometrista nivel 2 ISAK, realizándose las siguientes mediciones:

- Medición de la talla de los deportistas siguiendo las indicaciones de la ISAK con estadiómetro.
- Medición del peso corporal con Tanita.
- Medición de pliegues y perímetros, perfil completo ISAK.

Posta fisiológica. Compuesta por un investigador y una enfermera. Los corredores entraban tras vestirse con la ropa de carrera y tras 10 minutos de reposo, tomándose:

- Tensión arterial sistólica, diastólica, pulso y temperatura timpánica. De estas variables se tomaron 3 mediciones por sujeto, y se tomó el promedio de las dos medidas más cercana.
- Glucemia y Lactato capilar.

En la posta fisiológica, la enfermera número de colegiada nº 4890 CS, fue la que procedió en las mediciones, dotada siempre de guantes y lancetas individuales desechables, limpiando el dedo índice con alcohol, esperando tras el limpiado a la evaporación de los restos, retirando la primera gota de sangre y efectuando finalmente la medición sobre la segunda muestra sanguínea obtenida.

Realizadas todas las mediciones previas, en tandas de 5 minutos, los participantes realizaron 10 minutos de calentamiento, y pasaron a tomar la salida de forma escalonada. De este modo, se previno la aglomeración a la finalización de la prueba.

Sin tiempo de recuperación, al finalizar, sin movernar, ni hidratarse en meta, se anotaba hora de llegada, se recogía su sobrante de líquido, y en orden inverso al anteriormente descrito, se pasaba a la posta fisiológica para tomar: lactato, glucemia, tensiones, temperatura y pulso. Y tras desvestirse, pasaban a la posta antropométrica.

Análisis estadístico de los datos

Las diferencias entre grupos (CcA – CcB), para las variables tiempo de carrera (TC), % de pérdida de peso (%PP) y líquido ingerido (LI), se evaluaron con la prueba de Wilcoxon. Se calculó el coeficiente de correlación de Spearman, para la CcA y la CcB. Los efectos sobre el resto de variables, fueron estudiados mediante la prueba Anova, de análisis de la varianza mixto 2 grupos (CcA – CcB) x 2 tiempo (T1 – T2). Para analizar el efecto de interacción se emplearon efectos simples de interacción. Y los estadísticos descriptivos de las variables de estudio fueron calculados en ambos momentos temporales para ambos grupos.

Todos los análisis se realizaron con el programa estadístico IBM Statistics SPSS versión 20.0 para Windows (SPSS, Chicago, IL, U.S.A.).

Resultados

Muestra

De los 20 corredores participantes, un corredor del grupo de CcB y otro del CcA no completaron la prueba.

ba, por lo que 9 corredores participaron en la CcA y 9 en la CcB, todos varones entre 25 y 35 años.

Condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa en cada jornada

Durante la primera carrera las temperatura máxima y mínima fueron de 18,5 y 12,1 °C y la humedad relativa del 60.8%. Mientras que en la segunda jornada, la temperatura máxima y mínima fue de 20.5 y 11.2 °C, con una humedad del 65.1%.

Tiempo de Carrera (TC), Porcentaje de Pérdida de Peso (%PP) y Cantidad de Líquido Ingerido (LI)

No se obtuvieron diferencias significativas entre la hidratación voluntaria con agua o con bebida deportiva para TC, %PP, y LI (Tabla II).

Pese a no alcanzar la significación estadística, el TC, %PP y LI fueron más altos en la CcA, que en la CcB, siendo el %PP casi del 3% en ambas pruebas (Fig. 1).

Estudio de las correlaciones por carrera (CcA y CcB).

En la CcA, se encontró una relación lineal positiva entre el TC con las siguientes variables: El MG Inicial ($r=.731$; $p<.025$); la Tª Final ($r=.952$; $p<.001$); la diferencia de TAS (TAS inicial menos TAS final) ($r=.756$; $p<.018$); y la diferencia de TAD (TAD inicial menos TAD final) ($r=.952$; $p<.001$). Es decir, que a mayor MG inicial, mayor TC; a mayor TC mayor Tª final; y a mayor TC más bajada de TAS y TAD. Y también se encontró relación entre las PPM iniciales y el Lactato final ($r=.684$; $p<.042$). Sin embargo, estas relaciones no se encontraron en los participantes en CcB.

Efectos producidos por la carrera con ingesta voluntaria de agua (CcA) o Bebida Deportiva (CcB)

En la tabla III se presentan los resultados descriptivos y los estadísticos de las variables de estudio analizadas para cada tiempo y grupo.

La variable peso (Fig. 2 a), tanto en la CcA como en la CcB, los sujetos experimentaron una pérdida esta-

Tabla II
Resultados descriptivos y estadísticos de contraste en función del grupo participante en la carrera de hidratación voluntaria con agua (CcA) o con bebida deportiva (CcB)

Variables:	CcA			CcB			Estadísticos de contraste ^a	
	n	Media	DT	n	Media	DT	Z	Sig. asintót. (bilateral)
Tiempo carrera (Min.)	9	160,111	23,154	9	152,667	29,841	-1,260 ^b	,208
% Pérdida de Peso	9	2,967	,696	9	2,883	,730	-1,007 ^b	,314
Líquido ingerido (ml)	9	,524	,265	9	,508	,231	-,297 ^c	,767

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon; b. Basado en los rangos positivos; c. Basado en los rangos negativos.

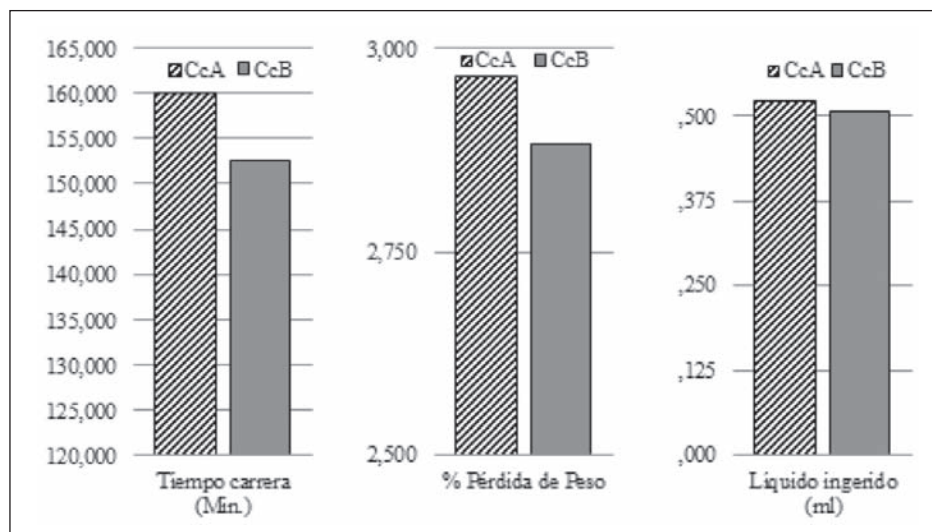


Fig. 1.—Gráficos descriptivos de las medias de tiempo de carrera, % de Pérdida de Peso y Líquido Ingerido por grupo.

Nota: CcA: Carrera con ingesta voluntaria de agua; CcB: Carrera con ingesta voluntaria de bebida deportiva.

Tabla III
Descriptivos por variable de estudio y tiempo de medición, junto a los estadísticos de los efectos simples del análisis de la varianza, grupo-tiempo y tiempo-grupo por variable

Variables	Grupo	n	Tiempo 1		Tiempo 2		F	p	η^2_p	Tie.	Grupo	F	p	η^2_p
			Media	DT	Media	DT								
Peso (Kg)	CcA	9	74.522	10.285	72.300	9.944	92.249	.000	.852	1	CcA - CcB	.000	.996	.000
	CcB	9	74.496	10.583	72.311	9.958	89.230	.000	.848	2	CcA - CcB	.000	.998	.000
%MG	CcA	9	10.537	2.724	10.171	2.782	9.621	.007	.376	1	CcA - CcB	.021	.887	.001
	CcB	9	10.344	2.906	10.347	3.017	.001	.978	.000	2	CcA - CcB	.016	.901	.001
Glu. (mmol/L)	CcA	9	74.111	17.186	61.111	8.176	5.137	.038	.243	1	CcA - CcB	.116	.738	.007
	CcB	9	76.777	16.083	74.000	7.615	.235	.635	.014	2	CcA - CcB	11.974	.003	.428
Lact. (mmol/L)	CcA	9	1.911	.747	7.988	6.774	12.808	.003	.445	1	CcA - CcB	3.39	.084	.175
	CcB	9	2.900	1.427	5.033	2.224	1.578	.227	.090	2	CcA - CcB	1.546	.232	.088
TAS (mmHg)	CcA	9	152.555	20.000	136.000	28.004	9.127	.008	.363	1	CcA - CcB	.739	.403	.044
	CcB	9	146.444	7.401	139.777	22.297	1.480	.241	.085	2	CcA - CcB	.001	.756	.006
TAD (mmHg)	CcA	9	101.777	18.109	96.333	22.737	1.553	.231	.088	1	CcA - CcB	.857	.368	.051
	CcB	9	95.777	7.067	89.444	13.748	2.102	.166	.116	2	CcA - CcB	.605	.448	.036
Pulso (PPM)	CcA	9	59.333	12.589	95.222	23.188	55.285	.000	.776	1	CcA - CcB	.313	.583	.019
	CcB	9	62.222	9.010	103.222	20.011	72.153	.000	.818	2	CcA - CcB	.614	.445	.037
T ^a . (°C)	CcA	9	36.300	.587	35.911	.834	4.181	.580	.207	1	CcA - CcB	5.281	.035	.248
	CcB	9	35.655	.602	35.555	.612	.276	.606	.017	2	CcA - CcB	1.062	.318	.062

Nota: %MG: Porcentaje Masa Grasa; GLU.: Glucosa; LACT.: Lactato; TAS: Tensión Arterial Sistólica; TAD: Tensión Arterial Diastólica; T^a: Temperatura Timpánica; CcA: Carrera con hidratación voluntaria de Agua; CcB: Carrera con hidratación voluntaria de Bebida Deportiva; Tie.: Tiempo o momento.

dísticamente significativa ($p < .05$), de su peso corporal. Sin embargo, no se hallaron diferencias entre ingerir un líquido u otro, ni antes de carrera (T1), ni después de la misma (T2).

No se obtuvieron diferencias significativas en el %MG para T1, ni para T2, en función del líquido ingerido ($p > .05$). No obstante, esto se debió a que el grupo de CcA, experimentó una reducción significativa de su %MG ($p = .007$), mientras que el grupo CcB apenas sufrió modificaciones, e incluso reportó un ligero aumento medio de % MG (Fig. 2 b).

La glucosa en sangre, disminuyó en los participantes en la CcA ($p = .038$), aunque no sucediendo lo mismo en la CcB. No existiendo diferencias entre CcA y CcB en T1, por los distintos efectos observables en la figura 2 c, en el T2 se encontraron diferencias significativas ($p = .003$) entre los niveles de glucemia de ambos grupos CcA y CcB. Estos efectos pueden ser observables en la figura 2 c.

Los niveles de lactato tendieron a elevarse en la CcA, siendo significativo ($p = .003$) su incremento. No obstante, y aunque los corredores con CcB no experimentan un incremento significativo de su lactato, ni en T1 ni en T2 se obtienen diferencias significativas entre grupos (Fig. 2 d).

Tanto para al TAS como para la TAD, los deportistas participantes en la CcA, tienen una tensión arterial más elevada. Y en ambos grupos (CcA y CcB), la tensión tiende a disminuir tras completar la prueba (Figs. 2 e y 2 f). Esto lleva a que no existan diferencias significativas ($p > .05$), para ningún tiempo (pre o post carrera) en función del grupo. No obstante en la CcA, los corredores experimentan una disminución más elevada de la TAS, hasta el punto de haber una diferencia significativa ($p = .008$), entre el inicio y el final de la prueba.

En relación a las pulsaciones por minuto tras 10 minutos de relajación, no hay diferencias ($p > .05$), entre grupos para ninguno de los tiempos (T1 o T2). Pero en ambos grupos, como se observa en la figura 2 g, las pulsaciones se encuentran incrementadas, siendo estas diferencias estadísticamente significativas ($p < .001$) para CcA y para CcB.

En la T^a, tal y como se observa en la figura 2 h, pese a que en ambos grupos tiende a reducirla no experimenta diferencias significativas, siendo menor al finalizar la prueba, respecto a la T^a inicial. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos al final de la prueba, sin embargo, el grupo CcA tuvo una temperatura superior en ambos momentos tempo-

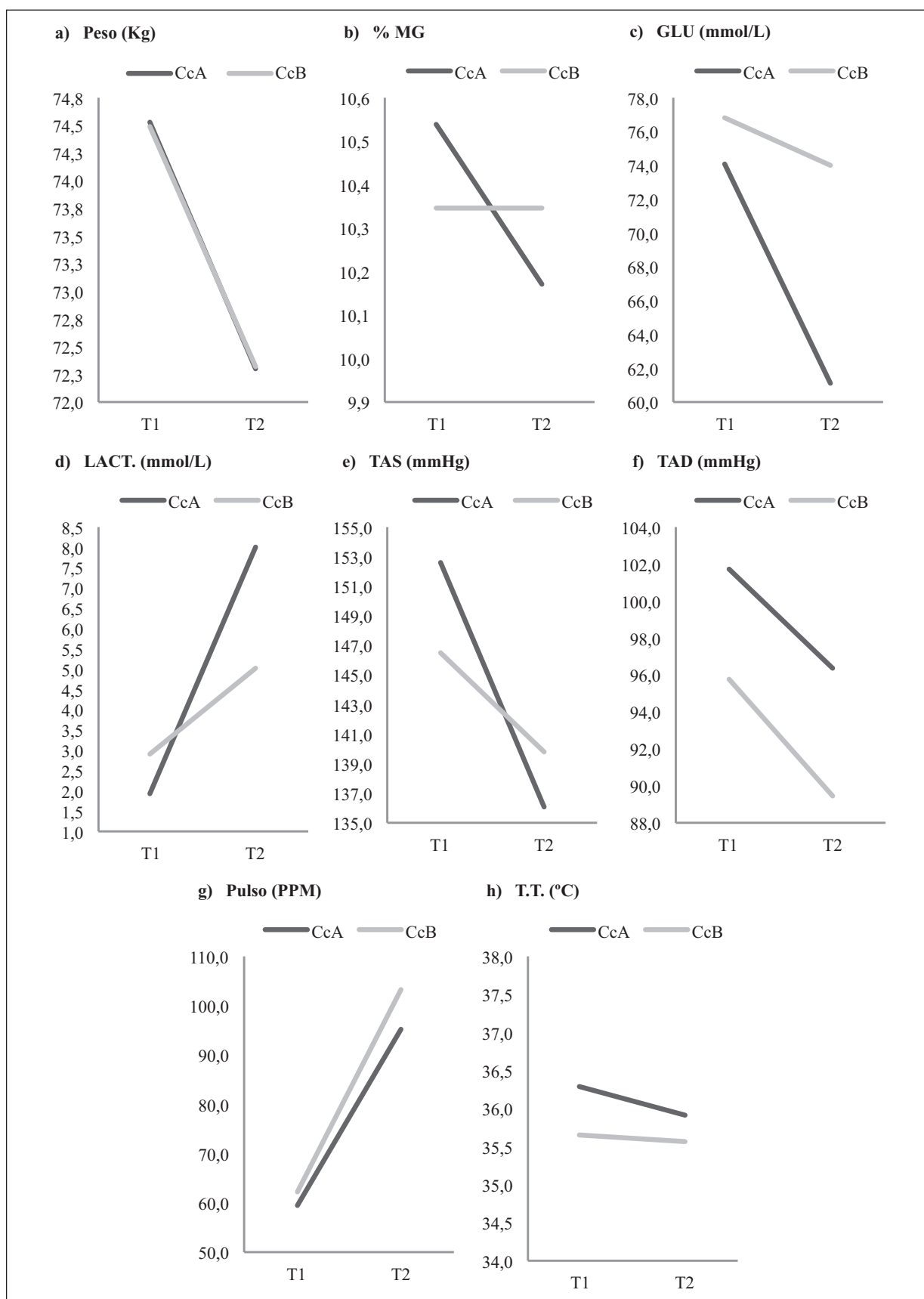


Fig. 2.—Gráficos descriptivos de los efectos simples de la interacción de cada variable para el tiempo 1 y 2, por grupo.

rales, y estadísticamente significativas, al principio de la prueba (T1).

Discusión

En relación al objetivo principal de este estudio, hemos hallado que los corredores de montaña amateur, no mantienen un buen nivel de reposición hídrica, incurrido en un 2,97 % y un 2,88% de pérdida de peso corporal en la CcA y CcB. Las pérdidas de peso corporal de nuestro trabajo, son superiores a las encontradas por Lopez et al.²² ($1.38 \pm 1.43\%$) con una climatología similar (27°C), sin embargo, nuestro experimento se desarrollaba con una distancia de esfuerzo superior (21 Km vs. 12 Km). Por el contrario, nuestras cifras de deshidratación son inferiores a las de Hue et al.¹⁷ en una distancia similar, pero repetida durante varios días. Estos autores registraron valores medios de pérdida de peso corporal de $5.1 \pm 1.4\%$ en un primer evento de 21 Km. Sin embargo, el trabajo de Hue et al.¹⁷ fue realizado en condiciones climáticas diferentes (clima tropical), lo cual podría explicar la mayor pérdida de peso corporal registrada.

Según de Sawka y col¹¹, un deportista bien hidratado no debería perder más del 1% de su peso corporal, afirmándose por otros autores²⁰, que pérdidas de peso mayores al 1%, supondrían una disminución del rendimiento deportivo, por un aumento del trabajo cardiaco. Por el contrario, recientes publicaciones, entre los que se encuentra un meta-análisis^{18,23,24}, postulan que es muy poco probable que pérdidas de peso corporal $\leq 4\%$ perjudique el rendimiento deportivo de resistencia en condiciones reales deportivas *out-door* (esfuerzos tipo contrarreloj como el del presente estudio) y ponen en duda la validez de la regla del 2% de peso corporal como el referente para una correcta hidratación. Además, Goulet et al.²⁴ mostraron tras estudiar a 643 de maratón, que existía una correlación lineal inversa entre el %PP y el tiempo de carrera, algo que no sucede en nuestro estudio.

A pesar de esta controversia, creemos que cuando el %PP, como en caso de los sujetos de este estudio, sobrepasa el 2% de PP, sobretudo en climas cálidos, no hemos de considerar meramente el rendimiento físico (que puede o no verse disminuido) sino también el efecto negativo potencial sobre el rendimiento cognitivo^{11,13}. En un deporte como las carreras por montaña donde la toma de decisiones y selección de estímulos del entorno es constante, creemos que debería tenerse especialmente en cuenta esta bajada del rendimiento cognitivo, porque tal vez pueda afectar, por ejemplo, a la selección de apoyos y aumentar el riesgo de lesión aguda. La ausencia de relación entre el %PP y el TC podría explicarse por las condiciones climáticas en las sesiones experimentales, siendo necesarias temperaturas más elevadas y condiciones más extremas para que la pérdida de peso corporal influya al rendimiento físico general. En este sentido, cabe resaltar que, en

contra de lo esperado^{10,11,20,25-29} y seguramente por las suaves condiciones climáticas, la pérdida del 3% de peso corporal de los sujetos participantes no influyó de forma más drástica sobre las variables fisiológicas.

En la línea de lo descrito anteriormente, la bebida deportiva podría tener un efecto protector sobre las variables fisiológicas estudiadas, sobre todo en el caso de los corredores más amateurs. Y es que solo en los corredores de CcA, se encontró una relación lineal, entre mayor tiempo de carrera, mayor T^a al final de carrera, y pérdida de TAS y TAD. Y de igual modo, solo en el caso de los corredores de CcA, las PPM iniciales tuvieron relación con el Lactato final. Por lo que la bebida deportiva podría estar previniendo, sobretudo en deportistas menos adaptados la generación de Lactato.

Pese a ello, las tasas de pérdida de peso en nuestro estudio han sido cercanas a un 3%, lo que, según el Consenso Sobre Bebidas para el Deportista¹⁰, podría provocar calambres, mareos, aumentar el riesgo de sufrir lipotimias y la posibilidad de desarrollar temperaturas corporales de hasta de 38°C en condiciones climáticas más extremas. Teniendo en cuenta que los deportistas que participan en este tipo de pruebas son amateurs con poca preparación y experiencia, creemos que se debería tener un mejor control de reposición hídrica, por ser innecesaria esta exposición a patologías que podrían afectar a su salud.

En contra de lo esperado, a pesar de que la bebida deportiva tenía dulzura, color y un contenido de sodio acorde a la bibliografía^{10,11,20}, no existieron diferencias en el volumen de líquido ingerido para la CcA y CcB. Parece ser que como indica Palacios¹⁰, la deshidratación progresiva durante el ejercicio es frecuente, y que muchos deportistas no ingieren suficientes fluidos de manera voluntaria, ni tan siquiera, aportándoles bebidas deportivas. Creemos que la falta de costumbre e información sobre la eficacia de las bebidas deportivas puede explicar el hecho de que los participantes no ingiriesen una mayor cantidad de bebida deportiva.

A pesar de las bajas ingesta de líquido en la CcA y CcB, el nivel de glucemia en la carrera con CcB y CcA, fue muy distinto. En la CcA, se produjo una reducción considerable de la glucemia, no sobrepasando ninguno de los 9 participantes al final de la prueba los 70 mg/dl, siendo menor a 60 mg/dl la glucemia registrada por 2 participantes. No obstante, el aporte de glúcidos de la bebida deportiva, consigue mantener sin cambios significativos los niveles de glucemia en la CcB, a pesar de la baja tasa de ingesta de líquido. Valores tan bajos de glucosa en sangre como los obtenidos en nuestro estudio han demostrado tener efectos negativos en el rendimiento cognitivo³⁰⁻³² e incluso en la capacidad visual y el procesamiento de la información sensitiva³³, debido a la sensibilidad del cerebro humano a los cambios en esta variable³⁴.

Por otra parte, un mantenimiento adecuado del índice glucémico disminuye la percepción de esfuerzo y aumentará la capacidad de finalización de la tarea¹⁰, por lo que podría tener sentido pensar, que, pese a la

ausencia de significación estadística, el menor TC registrado en la CcB respecto la CcA, sea debido a que el aporte de carbohidratos en las bebidas de reposición durante el esfuerzo podrían haber mejorado el rendimiento del deportista³⁵.

En relación a las diferencias en la concentración del lactato para la CcA y la CcB, la mayor capacidad para movilizar el lactato con la bebida con sales, podría ser debida a que el Na⁺, como indica Roman y Iglesias²⁸ estimula la llegada máxima de agua y carbohidratos al intestino delgado, y ayuda a mantener el volumen de líquido extracelular, que a su vez, beneficiaría la movilización del lactato.

Este mismo mecanismo, que permitiría una mayor capacidad de mantener el líquido extracelular, creemos que podría explicar al menos en parte, que en la CcA se dé una disminución significativa del %MG y de la TAS. Aunque en el caso del %MG, también podría ser, que la disponibilidad de glúcidos en sangre en la CcB, provocara una menor utilización de las grasas para generar energía, por lo que el %MG en la CcB no tendería disminuir mientras la glucemia se mantuviera alta.

Conclusiones

Este estudio demuestra la importancia del mantenimiento de un adecuado hábito de reposición hídrica, pues ni con bebida deportiva, los deportistas consiguen evitar la deshidratación. No obstante, las consecuencias o repercusión sobre el rendimiento, derivadas de una insuficiente reposición hídrica durante el ejercicio, podrían ser menores con la bebida deportiva, frente a solo ingesta de agua.

Agradecimientos

A los corredores participantes en este estudio, a J.L. de Laboratorios Nutergia y al Ayuntamiento de Valladolid. Este estudio fue financiado con la Beca Pre-doctoral para la Contratación de Personal Investigador en Formación (2012) de esta universidad.

Referencias

- Jeukendrup AE. Nutrition for endurance sports: Marathon, triathlon, and road cycling. *J Sports Sci* 2011 Diciembre;29:S91-S99.
- FEDME. Reglamento de Competiciones de Carreras por Montaña [Internet]. 2013. Available from: <http://www.fedme.es/index.php?mmod=staticContent&IDf=147>.
- FEDME. Reglamento Carreras por Montaña [Internet]. Issuu. 2015 [cited 2015 Jul 1]. Available from: http://www.fedme.es/salaprensa/upfiles/973_F_es.pdf.
- Bahr, R. M. S. Lesiones deportivas: diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. Ed. Médica Panamericana; 2007. 460 p.
- Llopis D, Llopis R. Razones para participar en carreras de resistencia. Un estudio con corredores aficionados. (Reasons for participating in long distance races. A study with amateur runners). *Ced Cult Cienc Deporte* 2006;2(4):33-40.

- Rius, J. Metodología y técnica del Atletismo. 1st ed. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2005.
- Easthope CS, Nosaka K, Caillaud C, Vercruyssen F, Louis J, Brisswalter J. Reproducibility of performance and fatigue in trail running. *J Sci Med Sport Sports Med Aust* 2014 Mar;17(2):207-11.
- Easthope CS, Hausswirth C, Louis J, Lepers R, Vercruyssen F, Brisswalter J. Effects of a trail running competition on muscular performance and efficiency in well-trained young and master athletes. *Eur J Appl Physiol* 2010 Dec;110(6):1107-16.
- González-Alonso J. Efectos fisiológicos de la deshidratación: ¿Por qué los deportistas deben ingerir líquidos durante el ejercicio en el calor? *Apunts Educ Física Deport* 1998;(54):46-53.
- Palacios N, Franco L, Manonelles P, Manuz B, Villegas JA. Consenso sobre bebidas para el deportista. Composición y pautas de reposición de líquidos documento de consenso de la federación española de medicina del deporte. *Archivos de Medicina del Deporte*. 2008;15(126):245-58.
- Sawka M, Burke L, Eichner R, Maughan R, Montain S, Stachenfeld N. American College of Sports Medicine Position Stand: Exercise and Fluid Replacement. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2007;39(2):377-90.
- González-Alonso J. Hyperthermia impairs brain, heart and muscle function in exercising humans. *Sports Med Auckl Nz* 2007;37(4-5):371-3.
- Popkin BM, D'Anci KE, Rosenberg IH. Water, Hydration and Health. *Nutr Rev* 2010 Aug;68(8):439-58.
- Grego F, Vallier JM, Collardeau M, Rousseu C, Cremieux J, Brisswalter, J. Influence of exercise duration and hydration status on cognitive function during prolonged cycling exercise. *Int J Sports Med* 2005;26(1):27-35.
- Bachle L, Eckerson J, Albertson L, Ebersole K, Goodwin J, Petzel D. The effect of fluid replacement on endurance performance. *J Strength Cond Res Natl Strength Cond Assoc* 2001 May;15(2):217-24.
- Gisolfi CV. Fluid balance for optimal performance. *Nutr Rev* 1996 Apr;54(4 Pt 2):S159-168.
- Hue O, Henri S, Baillot M, Sinnaph S, Uzel AP. Thermoregulation, hydration and performance over 6 days of trail running in the tropics. *Int J Sports Med* 2014 Oct;35(11):906-11.
- Goulet EDB. Effect of exercise-induced dehydration on endurance performance: evaluating the impact of exercise protocols on outcomes using a meta-analytic procedure. *Br J Sports Med* 2013 Jul;47(11):679-86.
- Dugas JP, Oosthuizen U, Tucker R, Noakes TD. Rates of fluid ingestion alter pacing but not thermoregulatory responses during prolonged exercise in hot and humid conditions with appropriate convective cooling. *Eur J Appl Physiol* 2009 Jan;105(1):69-80.
- Hosseiniou A, Khamnei S, Masumeh Z. The effect of water temperature and voluntary drinking on the post rehydration sweating. *Int J Clin Exp Med* 2013;8(6):683-7.
- Marfell-Jones M, Olds T, Stewart A, Carter L. International standards for anthropometric assessment. Potchefstroom: ISAK; 2006.
- Lopez RM, Casa DJ, Jensen KA, DeMartini JK, Pagnotta KD, Ruiz RC, et al. Examining the influence of hydration status on physiological responses and running speed during trail running in the heat with controlled exercise intensity. *J Strength Cond Res Natl Strength Cond Assoc* 2011 Nov;25(11):2944-54.
- Goulet EDB. Dehydration and endurance performance in competitive athletes. *Nutr Rev* 2012 Nov;70 Suppl 2:S132-136.
- Goulet EDB. Effect of exercise-induced dehydration on time-trial exercise performance: a meta-analysis. *Br J Sports Med* 2011 Nov;45(14):1149-56.
- Coyle EF. Fluid and fuel intake during exercise. *J Sports Sci* 2003;22:39-55.
- Maughan RJ. Food and Fluid Intake During Exercise. *Can J Appl Physiol* 2001 Diciembre;26:S71-S78.
- Murray B. Hydration and Physical Performance. *J Am Coll Nutr* 2007 Oct 1;26(suppl 5):542S-548S.
- Roman J, Iglesias C. El libro blanco de la hidratación. [Internet]. Madrid (España): Sociedad Española de Dietética y Cien-

- cias de la Alimentación (SEDCA); 2006 [cited 2014 Jan 24]. Available from: https://www.assa.gov.ar/assa/documentacion/libro_blanco_hidratacion.pdf.
29. Zetou E, Giatsis G, Mountaki F, Komninakidou A. Body weight changes and voluntary fluid intakes of beach volleyball players during an official tournament. *J Sci Med Sport Sports Med Aust* 2008 Apr 1;11(2):139-45.
 30. Page KA, Williamson A, Yu N, McNay EC, Dzura J, McCrimmon RJ, et al. Medium-chain fatty acids improve cognitive function in intensively treated type 1 diabetic patients and support in vitro synaptic transmission during acute hypoglycemia. *Diabetes* 2009 May;58(5):1237-44.
 31. Bolo NR, Musen G, Jacobson AM, Weinger K, McCartney RL, Flores V, et al. Brain activation during working memory is altered in patients with type 1 diabetes during hypoglycemia. *Diabetes* 2011 Dec;60(12):3256-64.
 32. McCrimmon RJ. Update in the CNS response to hypoglycemia. *J Clin Endocrinol Metab* 2012 Jan;97(1):1-8.
 33. Khan MI, Barlow RB, Weinstock RS. Acute hypoglycemia decreases central retinal function in the human eye. *Vision Res* 2011 Jul 15;51(14):1623-6.
 34. Musen G, Simonson DC, Bolo NR, Driscoll A, Weinger K, Raji A, et al. Regional brain activation during hypoglycemia in type 1 diabetes. *J Clin Endocrinol Metab* 2008 Apr;93(4):1450-7.
 35. Wallis GA, Yeo SE, Blannin AK, Jeukendrup AE. Dose-response effects of ingested carbohydrate on exercise metabolism in women. *Med Sci Sports Exerc* 2007 Jan;39(1):131-8.



Original/Deporte y ejercicio

Body composition and somatotype of professional and U23 hand Basque pelota players

Aritz Urdampilleta^{1,2}, Juan Mielgo -Ayuso^{2,3}, Jara Valtueña³, Francis Holway⁴ and Alfredo Cordova⁵

¹ElikaEsport®. Nutrition, Innovation & Sport. University of Deusto. Faculty of Psychology and Education, Spain. ²Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Isabel I. www.ui1.es, Spain. ³ImFine Research Group. Department of Health and Human Performance. Technical University of Madrid, Spain. ⁴Nutritionist of Club Atletico River Plate, Argentina. ⁵Department of Physiology and Biochemistry, University of Valladolid (Soria), Spain.

Abstract

Introduction: there is hardly any reference in scientific literature regarding anthropometric characteristics, body composition and somatotype of hand Basque pelota players (*pelotaris*).

Objectives: the aim of this research was to analyze and compare the anthropometry features and body composition of professional *pelotaris* and under-23 (U23) *pelotaris*, to create an anthropometric profile of this sport.

Methods: the participants were ten U23 *pelotaris*, and eight professional *pelotaris*. Anthropometric measurements were taken following the International Society of Advancement of Kinanthropometry (ISAK) protocol. Fat mass (FM) was calculated using the Yushasz equation modified by Carter and muscle mass (MM) using Lee equation. For the somatotype components, the Carter y Heath equation was applied. The hydration level (kg of body water) of the players was measured with a four-pole kind bioelectrical impedance (BIA) analyzer. Spss was used for the statistical analysis.

Results: professional *pelotaris* have significantly lower FM ($p < 0.05$) and lower sum of 4, 6 and 8 skinfolds ($p = 0.001$), higher MM ($p = 0.015$), and a less endomorphic somatotype ($p < 0.001$) than U23 *pelotaris*. Professionals have a greater amount of body water ($p = 0.001$) and a larger bistyloid diameter ($p = 0.014$). Professional *pelotaris* have a morphotype characterized by a low FM $8.9 \pm 1.1\%$ and medium MM $47 \pm 1.7\%$, height of 183.0 ± 7.1 cm and BM of 85.9 ± 7.6 kg.

Conclusion: The main results of the present study show that non-modifiable anthropometric features by training (e.g. height, arm span and wrist breadth) are important to become a professional *pelotaris*. Moreover, training and diet related features have been showed to be better in professional *pelotaris* (low FM, higher MM and high body water amount) than U23 *pelotaris*.

(Nutr Hosp. 2015;32:2208-2215)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9602

Key words: Basque pelota players. Anthropometry. Body composition. Somatotype.

Correspondence: Aritz Urdampilleta.
Center for Research and Consulting ElikaEsport.
Astigarrako Bidea, 3, 20180, Gipuzkoa (Spain).
E-mail: a.urdampilleta@elikaesport.com

Recibido: 7-VII-2015.
Aceptado: 20-VIII-2015.

COMPOSICIÓN CORPORAL Y SOMATOTIPO DE LA MANO DE LOS JUGADORES DE PELOTA VASCA

Resumen

Introducción: casi no hay ninguna referencia sobre las características antropométricas, la composición corporal y el somatotipo de la mano de los jugadores de pelota vasca (*pelotaris*) en la literatura científica.

Objetivos: el objetivo de esta investigación fue comparar la composición corporal de *pelotaris* profesionales y sub-23 para crear el perfil antropométrico de este deporte.

Métodos: participaron diez *pelotaris* sub-23 y ocho *pelotaris* profesionales. Las medidas antropométricas fueron recogidas siguiendo el protocolo de la Sociedad Internacional de Promoción de Protocolo Cineantropometría (ISAK). La masa grasa (FM) se calculó utilizando la ecuación Yushasz modificada por Carter, y la masa muscular (MM) mediante la ecuación de Lee. Los componentes del somatotipo fueron estimados mediante la ecuación Carter y Heath. El nivel de hidratación de los *pelotaris* se midió con un analizador tetrapolar de impedancia bioeléctrica (BIA).

Resultados: los *pelotaris* profesionales tienen significativamente menor FM (en % ($p = 0.001$); en kg ($p = 0.025$)) y en los sumatorios de 4, 6 y 8 pliegues cutáneos ($p = 0.001$); mayor MM ($p = 0.015$) y un menor componente endomórfico ($p < 0.001$) que los *pelotaris* sub-23. Asimismo, los profesionales tienen una mayor cantidad de agua corporal ($p = 0.001$) y un diámetro mayor biestiloideo de muñeca ($p = 0.014$). Los *pelotaris* profesionales son un morfotipo caracterizado por una baja FM ($8.9 \pm 1.1\%$) y una intermedia MM ($47 \pm 1.7\%$), además de tener una altura de 183.0 ± 7.1 cm y un peso de 85.9 ± 7.6 kg.

Conclusión: los principales resultados de este estudio mostraron que las características antropométricas no modificables por el entrenamiento (por ejemplo, altura, envergadura y diámetro de la muñeca) son componentes importantes para convertirse en un *pelotari* profesional. Por otra parte, las características relacionadas con el entrenamiento y la dieta han mostrado ser mejores en los *pelotaris* profesionales (menor FM y mayor MM).

(Nutr Hosp. 2015;32:2208-2215)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9602

Palabras clave: Pelota vasca. Antropometría. Composición corporal. Somatotipo.

Abbreviations

Σ4P: Four skinfold (Tricipitale + subscapulare + iliac crest + abdominale).

Σ6P: 6 skinfold (Tricipitale + subscapulare + iliac crest + abdominale + thigh+ calf).

Σ8P: 8 skinfold (Tricipitale + subscapulare + bicipitale + iliac crest + suprailiac + abdominale + thigh+ calf).

BC: Body composition.

BIA: Bioelectrical impedance.

BM: Body mass.

BMI: Body mass index.

FAPV: Basque Ball Federation of Alava.

ISAK: International Society for the Advancement of Kinanthropometry.

MM: Muscle mass.

FM: Fat mass.

U23: Under 23 age category.

Introduction

Basque pelota is the name for a variety of court sports traditionally practiced in the Basque Country. The most prominent feature of this game is the continuous hitting of the ball against a wall, by the players alternately, using one's hand, a racket, a wooden bat or a basket¹. Hand Basque pelota (hand-pelota) is an international sport only played by professionals in the north of Spain and the South of France. This professional sport is played in a court with a double wall called "*fronton*" of 36x10x10 m, in single or pair modality. Nowadays, the competition in professional hand-pelota is carried out with faster and heavier balls (102-105 gr) than under-23's (U23) (98-102 gr), which require higher speed and power demand when hitting the ball². This undoubtedly has an effect on the body composition of professional hand-pelota players (*pelotaris*), who are possibly stronger than U23.

Anthropometric features and body composition (BC) of the players, are considered decisive for a high sport performance in many disciplines, especially fat mass (FM) and muscle mass (MM) values^{2,3-5}. A high FM percentage increases energy demand and reduces performance in endurance sports⁶. However, MM is a good indicator of sports performance, being used as a control parameter of training, responsible for motor propulsion, energy production during high intensity activities, and provides greater power and resistance strength⁷.

Furthermore, bone breadths and lengths could be determinant factors for hand-pelota performance as its contribution in the biomechanics of the hitting movement⁸. Thus, together with the arm span, 1) the biacromial bone breadth, which enables the creation of a stable strength base at the proximal scapular girdle, necessary for the distal explosive strength production (ball hitting). It provides a higher independence to the global kinetic chain of the strike. 2) The transverse diameter of the hand provides a higher possibility to hit

the ball. 3) The wrist breadth provides higher stability and less hand vibration when striking, and 4) the length of the fingers are responsible to hit the ball which, if longer, can help players to get a bigger boost when hitting the ball, contrary to shorter fingers, that are more likely to suffer from an injury². Therefore, the length of the fingers can be anthropometric measurements with a great importance. Besides, anthropometric measurements, body mass (BM), FM and MM, can also have an influence on the arm, wrist and hand, as the whole body movement⁴. Hydration state allows muscle and bone to be more flexible and get the power avoiding from injuries, being highly related with all this BC parameters.

To improve the performance in hand-pelota players, and to give an adequate nutritional and sports counseling, it is important to know their BC³, somatotype⁹ and hydration level of the players. Only some references relating to the BC of *pelotaris* have been described, showing few anthropometric parameters, as height, BM, FM and body mass index (BMI) in U23 *pelotaris* from the Spanish National Team^{1,10}. However, none references have showed about professional *pelotaris* and their differences with U23 *pelotaris*.

Thus, the aim of this study was: 1) to describe the body composition, anthropometric and somatotype features of professional *pelotaris* and to determine the differences in these variables between professional and U23 *pelotaris*.

Material and methods

Participants

Data collection was conducted in a group of 18 male *pelotaris* who play in individual modality (aged 24.1±4.7, height 180.0±7.1 cm, and BM 82.7±8.2 kg). Data are collected in February at the end of specific period. Participants were assigned to 1 of 2 groups, based on their play level. The groups were allocated: (i) Professional *pelotaris*: Eight professional *pelotaris* from a total of the 48 Spanish professional *pelotaris* were recruited from the two professional teams of hand-pelota that exist in Spain and (ii) U23 *pelotaris*: ten U23 *pelotaris* recruited from the Basque Ball Federation of Alava (FAPV) ranked in the top of the category U23. They were designed by FAPV to play several international championships.

All participants had over 5 years of experience in competitions and followed the same training course during 12 weeks highly and professionally supervised, making a total of 3-4 weekly training sessions and 1-2 weekly matches before the study.

Specific criteria such as having a valid federative license and not being injured at the moment of the research were considered eligible for inclusion. All *pelotaris* and entities were provided with oral and written information about the aim and nature of the research, and signed a written consent to participate. The study

followed the criteria of the II Declaration of Helsinki (2008) and was approved by the Ethics Committee of the University of the Basque Country.

Experimental Design

Testing session took place in a *fronton* with standard conditions (temperature: 21°C and 60% humidity), controlling their hydration level with an bioelectrical impedance (BIA) analyzer. Subsequently, an anthropometric test was carried out on them.

Body composition and anthropometric assessment

Anthropometric measurements were taken following “The International Society for the Advancement of Kinanthropometry” (ISAK) protocol¹¹. Additionally, all anthropometric measurements were taken by the same research, who was international certified in anthropometric testing (ISAK level 2). His technical error in the measurement of skinfolds was less to 5% and to 1.5% in the rest of the measurements.

Height (cm) was measured using a SECA® measuring rod (model 704, Seca Corp, Hanover, Maryland), with a precision of 1 mm and a range (130-210 cm), while BM (kg) was assessed by a SECA® calibrated digital model scale (model 704, Seca Corp, Hanover, Maryland), with a precision of 0.1 kg and a range (2 kg - 130kg). BMI was calculated using the formula $BM/height^2$ (kg/m²). Eight skinfolds (Tricipitale, subscapulare, bicipitale, iliac crest, suprailiac, abdominale, thigh, calf)¹¹ were taken (mm) by a Holtain® skinfold caliper (Holtain Ltd, Crymmych, UK), with a precision of 0.2 mm. Four skinfolds ($\Sigma 4P$) (Tricipitale + subscapulare + iliac crest + abdominale), 6 skinfolds ($\Sigma 6P$) (Tricipitale + subscapulare + iliac crest + abdominale + thigh + calf), and 8 skinfold measurements ($\Sigma 8P$) skinfolds (Tricipitale + subscapulare + bicipitale + iliac crest + suprailiac + abdominale + thigh + calf) were calculated. Bone breadth (wrist, humerus and femur) were measured with a Holtain® pachymeter (Holtain Ltd, Crymmych, UK), with a precision of 1 mm, and girths (cm) (arm girths (relaxed and flexed), waist girth, hip girth, mid-thigh girth and calf girth) were measured with a narrow, metallic and inextensible Lufkin® model W606PM measuring tape with a precision of 1 mm. Minimum waist to hip ratio was calculated as waist girth (cm)/hip girth (cm). FM was calculated using the Yushasz equation modified by Carter¹² and for the MM by Lee¹³ equation. For the somatotype components, the Carter y Heath¹⁴ equation was applied.

Bioelectrical Impedance Analysis (BIA)

The hydration level (kg of body water) was estimated by a four-pole kind, SC-24OMA model Tanita BIA

analyzer, following the strict protocol set by Lukaski et al.¹⁵. This BIA model analyzer estimated hydration level by 2 equations, as specified in the user’s manual: one for sportsmen (>10 hours/week of exercise, or resting heart rate ≤ 60 bpm), and another for sedentary people who do not meet the previous requirements. The equation for sportsmen was applied for both groups. The body water percentage was calculated by BIA.

Statistical Data Analyses

All data are presented as mean and standard deviation. Values studied between professional and U23 *pelotaris* were compared through the Student’s *t* test after checking the normality and homogeneity of variance applying the Saphiro-Wilk and Levene’s tests respectively. The differences were considered statistically significant when $p < 0.05$. The statistical data analysis was made using the SPSS statistical package, version 17.0 (SPSS Inc., Chicago). The size of the effect was estimated by using Cohen’s *d*. Cohen’s *d* is calculated as the difference between 2 means divided by the pooled standard deviation. A Cohen’s *d* of 0.5 indicates that the mean of the intervention group is half a standard deviation larger than the mean of the control group. Cohen’s *d* from > 0.80 is a large effect size, 0.51 to 0.80 is moderate, 0.21 to 0.50 is small and 0 to 0.20 is very small¹⁶. We calculated the effect sizes of each BC, anthropometric and somatotype features separately, between professional and U23 *pelotaris*.

Results

Table I shows the general features of both professional and U23 *pelotaris*. No significant differences were observed between *pelotaris* (professional vs U23) regarding age, height, arm span, BM and BMI. However, were observed large effect size in height (Cohen’s $d = 0.80$) and in arm span (Cohen’s $d = 0.84$) between both groups. Regarding BMI, and bearing in mind data referring to the overall population, our results revealed that both categories and following BMI cut off points, professional and U23 *pelotaris* (25.6 vs 25.4 kg/m²) are overweighted (BMI ≥ 25 kg/m²).

Table II shows girth, skinfolds and breadths data of the professional and U23 *pelotaris*. No significant differences ($p > 0.05$) were found in any of the girths. However, significant differences were observed ($p < 0.05$) in all the skinfolds, with thinner values obtained in professional *pelotaris* when comparing with U23 *pelotaris*. Similar and significant data were observed for the sum of 4 skinfolds (45.5 $\pm$ 5.5 vs. 62.4 $\pm$ 10.9 mm), 6 skinfolds (64.3 $\pm$ 9.3 vs. 90.4 $\pm$ 15.5 mm) and 8 skinfolds (76.2 $\pm$ 10.4 vs. 107.3 $\pm$ 18.5 mm), showing less adipose tissue professional than U23 *pelotaris*, respectively (all $p < 0.001$).

Table I
General features of professional and U23 pelotaris

	<i>Total</i> (<i>n</i> =18)	<i>Professional</i> (<i>n</i> =8)	<i>U23</i> (<i>n</i> =10)	<i>P</i>	<i>Cohen's d</i>
Age (years)	24.1±4.8	25.3±4.5	22.8±5.0	0.279	0.44
Height (cm)	180.0±7.2	183.0±7.1	177.5±6.6	0.110	0.80
Arm span (cm)	185.3±7.2	189.0±6.8	183.0±7.5	0.078	0.84
Body mass (kg)	82.7±8.2	85.9±7.6	80.2±8.2	0.149	0.72
BMI	25.5±0.9	25.6±1.0	25.4±0.8	0.597	0.22

Data expressed as mean ± SD. BMI=Body Mass Index.
P: Significance differences between groups.

Table II
Anthropometric measurements of professional and U23 pelotaris

	<i>Total</i> (<i>n</i> =18)	<i>Professional</i> (<i>n</i> =8)	<i>U23</i> (<i>n</i> =10)	<i>p</i>	<i>Cohen's d</i>
<i>Girths (cm)</i>					
Arm Girth (relaxed)	33.7±2.0	34.1±1.6	33.5±1.8	0.484	0.35
Arm Girth (flexed and tensed)	34.6±1.8	35.1±1.7	34.2±1.8	0.288	0.51
Waist Girth	84.1±4.0	84.3±3.9	84.0±4.3	0.900	0.07
Hip Girth	100.3±4.2	99.9±4.5	100.5±4.2	0.768	-0.134
Waist to Hip Ratio	0.84±0.04	0.85±0.03	0.84±0.05	0.689	0.24
Calf Girth	40.4±2.2	41.0±2.0	39.9±2.2	0.269	0.52
Mid-thigh Girth	61.2±2.7	60.8±2.5	61.4±2.9	0.671	-0.22
<i>Skinfolds (mm)</i>					
Bicipitale	4.7±1.5	3.9±0.7	5.4±1.6	0.014	-1.22
Tricipitale	1.1±2.8	9.3±2.3	12.6±2.4	0.010	-1.40
Subscapulare	10.7±1.9	9.8±0.9	11.3±2.3	0.095	-0.856
Abdominale	19.0±6.4	14.4±3.8	22.7±5.8	0.003	-1.69
Supracrestale	14.1±3.4	11.9±1.2	15.8±3.7	0.009	-1.42
Suprailiac	9.9±2.6	8.0±1.1	11.4±2.5	0.003	-1.76
Thigh (front)	14.9±5.7	11.7±3.1	17.4±6.1	0.028	-1.18
Calf	9.0±3.5	7.2±2.4	10.5±3.6	0.038	-1.08
Sum of 4 skinfolds	54.9±12.3	45.5±5.5	62.4±10.9	0.001	-1.96
Sum of 6 skinfolds	78.8±18.5	64.3±9.3	90.4±15.5	0.001	-2.04
Sum of 8 skinfolds	93.5±21.8	76.2±10.4	107.3±18.5	<0.001	-2.07
<i>Bone breadth (cm)</i>					
Humerus	7.1±0.4	7.1±0.5	7.1±0.3	0.724	0
Femur	10.3±0.5	10.4±0.3	10.2±0.6	0.555	0.42
Wrist	5.9±0.3	6.1±0.2	5.8±0.3	0.014	1.18

Data expressed as mean ± SD. BMI: Body Mass Index; Sum of 4 skinfolds: Tricipitale + subscapulare + iliac crest + abdominale skinfolds; Sum of 6 skinfolds: Tricipitale + subscapulare + iliac crest + abdominale + thigh+ calf skinfolds; Sum of 8 skinfolds: Tricipitale + subscapulare + bicipitale + iliac crest + suprailiac + abdominale + thigh+ calf skinfolds.

P: Significance differences between groups.

Regarding breadths, similar humerus and femur breadths were obtained in both groups. However, professional *pelotaris* had a statistically greater wrist breadth than U23 *pelotaris* (6.1 ± 0.2 vs. 5.8 ± 0.3 mm) ($p = 0.014$), besides a large size effect (Cohen's $d = 1.18$).

Table III shows the BC of the professional and U23 *pelotaris*. FM was significantly lower in professional than U23 *pelotaris*; (7.7 kg vs 9.3 kg); (8.9% vs. 11.6%) respectively ($p < 0.05$). Moreover professional had higher absolute MM mass than U23 *pelotaris* (39.7 kg vs 36.1 kg) ($p = 0.015$). A large effect size both in MM and bone mass were observed (Cohen's $d > 0.80$).

Table IV shows the body water percentage for both professional and U23 *pelotaris* measured through BIA. Professional players had significantly higher absolute body water mass (50.9 kg) than U23 (47.6 kg)

pelotaris ($p < 0.001$). Furthermore a large effect size was observed in kg of body water (Cohen's $d > 1.84$).

Regarding somatotype, professional *pelotaris* showed values of 3.9 - 5.5 - 1.8 (endomorph-mesomorph-ectomorph), while the values of U23 *pelotaris* were 4.9 - 5.8 - 1.6 . Likewise, it was observed that the endomorphic component in professional was statistically lower ($p < 0.001$) than U23 *pelotaris* (Table V).

Figure 1 shows a somatochart of each of the players. It was noted that the professional *pelotaris* tended to be placed in an ecto-mesomorph zone, while the U23 *pelotaris* tended to be in an endomorphic zone.

Discussion

To author's knowledge the present study was the first study describing the anthropometric and somato-

Table III
Body composition of the professional and U23 pelotaris

	Total (n=18)	Professional (n=8)	U23 (n=10)	P	Cohen's d
Fat (Carter, %)	10.4±1.9	8.9±1.1	11.6±1.6	0.001	-1.97
Fat (Carter, Kg)	8.6±1.6	7.7±1.2	9.3±1.6	0.025	-1.13
Muscle (Lee, %)	45.6±1.8	47.3±1.7	45.1±1.8	0.090	1.26
Muscle (Lee, Kg)	37.7±3.6	40.7±3.3	36.1±3.1	0.015	1.44
Bone (Rocha, %)	11.0±2.3	12.0±2.0	10.3±2.2	0.111	0.81
Bone (Rocha, Kg)	13.2±1.5	13.9±1.2	12.7±1.5	0.085	0.88

Data expressed as mean ± SD.

P: Significance differences between groups.

Table IV
Hydration levels of the professional and U23 pelotaris

	Total (n=18)	Professional (n=8)	U23 (n=10)	p	Cohen's d
BIA Water (Kg)	47.6±4.4	50.9±2.3	45.0±3.9	0.001	1.84
BIA Water (%)	58.5±1.2	58.4±1.3	58.7±1.2	0.597	-0.24

Data expressed as mean ± SD.

p: Significance differences between groups.

Table V
Somatotype of professional and U23 pelotaris obtained from anthropometric data

	Total (n=18)	Professional (n=8)	U23 (n=10)	p	Cohen's d
Endomorphy	4.5±0.6	4.0±0.3	4.9±0.5	<0.001	-2.18
Mesomorphy	5.7±0.6	5.6±0.7	5.8±0.6	0.352	-0.31
Ectomorphy	1.7±0.4	1.8±0.5	1.6±0.3	0.241	0.49

Data expressed as mean ± SD.

P: Significance differences between groups.

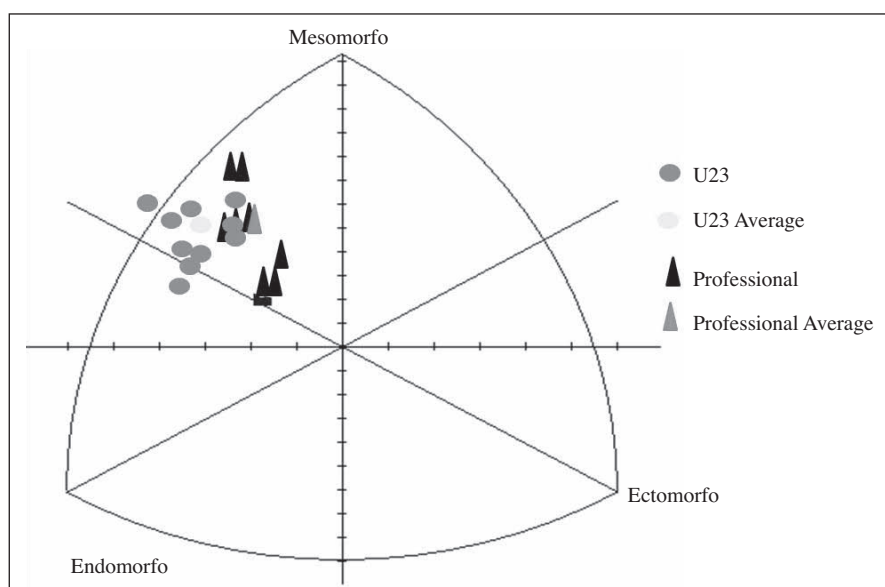


Fig. 1.—Somatochart of each professional and U23 pelotaris and average measurements.

type features of *pelotaris* and analyzing the differences between professional and U23. The main results of the present study showed that non-modifiable anthropometric features by training (e.g. height, arm span and wrist breadth) are important to become a professional *pelotaris*. Moreover, training and diet related features (FM and MM) seem to be better in professional *pelotaris* that had lower FM and higher MM than U23 *pelotaris*.

Several research described hand-pelota training, its general features, technical and tactical aspects, or the players' medical problems due to the continuous impacts they suffer from hitting the ball², but none of them describes the anthropometric features of the players¹. BC could have a great relevance, since it can help to perform quick movements. Another important factor, bone length, demonstrated in some studies¹⁷, as having longer limbs it is possible to increase the throwing power or the ball hitting power, improving performance and prevent from injuries¹⁸.

Other sports such as handball, volleyball or basketball, which also require the use of hands, have a clearly defined anthropometric profile (especially with height between 180-190cm and body mass above 80-90 kg, important features to kick or hit the ball more powerful)¹⁹⁻²². Due to the lack of studies analyzing *pelotary* anthropometric features, it allows us to compare our players regarding international elite sportsmen, since, supposedly, they are the best sportsmen and have "the perfect" physiological¹⁸ and anthropometric²³ profile.

Among the few existing references in scientific literature regarding hand-pelota anthropometric features, Córdova et al.² and Izquierdo et al.^{1,10} presented an average height and BM of 181.3 cm and 82.9 kg in professional *pelotaris* and an average height and BM of 180.5 cm and 80.5 kg respectively in U23 *pelotaris*. These data were similar to those obtained in our study, for

both professionals (height: 183.0 cm and BM: 85.9 kg) and U23 (height: 177.5 cm and BM: 80.2 kg) *pelotaris*.

Hand-pelota has been described as a mixture of volleyball, football, basketball and tennis²². In this connection, all *pelotaris* have a similar height to handball wingers (184 cm)²² and tennis players (170-195 cm), but they are smaller than basketball (185.7-203.9 cm)²⁰ and volleyball players (193.9 cm)¹⁹ in any play position. The reason for this is that in hand-pelota, as in tennis or handball, the height is not the most important parameter, being the arm span essential in the performance of the upper body²⁴.

Regarding BM, all *pelotaris* were similar to any handball player (81-88 kg)²², heavier than football players (74.0-83.8 kg)²¹ and point guards in basketball (82 kg), and lighter than center players (103.9 kg), forwards (89.4 kg)²⁰; and than volleyball players (88.4 kg)¹⁹.

Regarding BMI, our results revealed that both categories a professional and *pelotaris* () are overweighted (professional: 25.6 kg/m²; U23: 25.4 kg/). However, it is important to point out that when talking about sportsmen the interpretation must be done in a different way, since a high BMI as a resulting of a high weight, indicates higher MM instead of higher FM²⁵. Therefore BMI cannot be used to make a diagnosis of the BC or any kind of classification in active people.

Regarding the breadths, we have observed that the wrist breadth was statistically higher in professional (6.1±0.3 cm) than in U23 (5.8±0.2 cm) *pelotaris*, with a large effect size between groups (Cohen's d = 1.18). This, together with having long limbs, is an important fact which allows players to hit the ball more powerfully. The humerus (7.1 cm) and femur (10.4 cm) breadths were same to volleyball and handball players^{19,22}.

Professional *pelotaris* had significantly lower skinfolds ($p < 0.05$) than U23, which results in a lower quantity of FM and the endomorphic component of the

somatotype ($p < 0.05$). Some authors state that tricipitale, suprailiac, abdominale and front thigh skinfolds have a greater connection with FM²⁶⁻²⁸. In our study, significant results were obtained when comparing skinfold values between professional and U23 *pelotaris*. The existing literature confirm our results^{1,29}. Nevertheless, we have to be careful when comparing data regarding the fat component, since there is no consensus on the equations used, and that is why it is common to use the sum of skinfolds or data from international reference^{11,28}. In our case, professional *pelotaris* had a result of 64.3 mm in the sum of 6 skinfolds, lower than U23 (90.4 mm). According to Cajasús et al., in most intermittent and team sports, the sum of 6 skinfolds of the players should be close to 60 mm during tapering, and lower in endurance sports, in order to compete in the best conditions³⁰. It is appropriate to present data of skinfolds from several sites to obtain the fat subcutaneous accumulation of different parts of the body (upper, lower or central) in order to plan nutritional strategies and specific physical training.

Regarding FM, significant lower values were observed in professional *pelotaris* ($8.9 \pm 1.1\%$) when comparing with U23 ($11.6 \pm 1.6\%$). Izquierdo et al.^{1,10} showed that U23 *pelotaris* who played in world championships had a range of FM of 11-13%, not specifying the method they used to obtain these data, but observing a similarity with our data obtained in U23 *pelotaris*. On the other hand, there is a great variability in the quantity of FM in players of team sports such as volleyball¹⁹, handball ($11.5\text{--}14\%$)²⁹ or football ($8.2\text{--}8.6\%$)^{30,31}, which makes us think that the position of the players could be a key factor. Besides, in sports which a high performance demand with a high number of jumps, such as volleyball¹⁹, or even in multi-disciplinary sports with high aerobic intensity, such as football or tennis. To have less FM is beneficial, since BM can be a limiting factor²⁴.

Regarding body girths, professional *pelotaris* have a relaxed arm girth (34.1 cm) similar to handball wingers (34.7 cm)²² and volleyball players (33.6 cm)¹⁹, while the calf girth (41.0 cm) is similar to handball pivot players (41.03 cm) and larger than volleyball players (38.9 cm). These data show that in sports in which arms are essential, players have a similar arm girth, while the calf girth is more important in those sports or positions in which players have to keep ground contact³². At the same time, *pelotaris* had a larger waist girth than football players (84.23 cm vs. 80.0 cm)³⁰.

The MM difference is 2.2% higher ($p < 0.05$) in professional than U23 *pelotaris* (47.3% and 40.7 kg, respectively). These values in absolute percentages are higher than other sports, as basketball²⁰. These data could be due to the played role of throwing-hitting motion biomechanics (upper body) and the speed of the movements (lower body). Thus, these features can also be found in handball players (MM = 48.0%)²² and tennis players (MM = 46.7%)¹⁸, who need high MM values of arm, thigh and calf girths.

Regarding the breadths, we have observed that the wrist breadth was statistically higher in professional (6.1 ± 0.3 cm) than in U23 (5.8 ± 0.2 cm) *pelotaris*, with a large effect size between groups (Cohen's $d = 1.18$). This, together with having long limbs, is an important fact which allows players to hit the ball more powerfully. The humerus (7.1 cm) and femur (10.4 cm) breadths were same to volleyball and handball players^{19,22}.

In reference with hydration state, while normal adults have a 50-55% of total body water, in sportsmen the level increases up to 55-60%, due to a high lean BM, a low FM and a great quantity of muscle glycogen³³. The quantity of total body water is related to the MM proportion, and a muscle can contain up to 70% of it. An individual of 70 kg can hold approximately 42 kg of body water, a similar quantity to U23 *pelotaris* (45.0 kg). Professional *pelotaris* had higher MM and lower body fat (40.7 and 7.7 kg, respectively) than U23 *pelotaris* (36.1 kg and 9.3 kg respectively). These differences confirm that there is a higher proportion of body water ($p = 0.001$) in professional *pelotaris*. To assess and monitor body water is very important, since a decrease in BM of more than 2% can have a negative effect on the forearm maximum strength^{34,35}.

Regarding all the data obtained in this study, *pelotaris*' coaches could use this information to determine the type of physical profile that is needed for professional *pelotaris* and also to design specific training and nutritional programs.

A major limitation of the study is the small size of the sample, but not too many hand-pelota players were available. However, we have presented the data of top professional and U23 *pelotaris* of Spain. Future research is necessary to identify the physical changes during the whole seasons.

In conclusion, professional *pelotaris* have significantly lower fat mass (FM), higher muscle mass (MM) ($p = 0.015$), less endomorphic ($p < 0.001$) and higher body water amount than U23 *pelotaris*. Moreover, professionals have a larger bistyloid diameter ($p = 0.014$), which is a very important feature that enables players to hit the ball harder.

Professional *pelotaris* are a morphotype characterized by a low fat percentage and medium muscle mass, together with a body mass slightly higher. It allows players to hit the ball with great stability (strength in the legs and waist) with great power and speed in the upper body. Furthermore, non-modifiable anthropometric features by training (e.g. height, arm span and wrist breadth) are necessary to become a professional *pelotari* especially in hitting.

References

- Izquierdo M, Ibáñez J, González-Badillo JJ et al. Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses, strength, and muscle power gains. *J Appl Physiol*. 2006; 100: 1647-56.

2. Córdova Martínez A, Villa G, Aguiló A et al. Hand strike-induced hemolysis and adaptations in iron metabolism in Basque ball players. *Ann Nutr Metab.* 2006; 50: 206-13.
3. Keogh JW, Hume PA, Pearson SN et al. Can absolute and proportional anthropometric characteristics distinguish stronger and weaker powerlifters? *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2009; 23: 2256-65.
4. Cherif M, Said M, Olfa N et al. Influence of morphological characteristics on physical and physiological performances of Tunisian elite male handball players. 2012.
5. Gaurav V, Singh M, Singh S. Anthropometric characteristics, somatotyping and body composition of volleyball and basketball players. *Journal of Physical Education and Sports Management.* 2010; 1: 28-32.
6. Reilly T. Fitness assessment. In: T. Reilly ed. *Science and Soccer.* London: E & FN Spon: 2006; 25-50.
7. Andreoli A, Melchiorri G, Brozzi M et al. Effect of different sports on body cell mass in highly trained athletes. *Acta Diabetol.* 2003; 40 Suppl 1: S122-5.
8. Usabiaga O, Castellano J. Uso estratégico del espacio en categorías de formación de pelota vasca. [strategic use of space in basque pelota training categories]. *RICYDE. Revista Internacional De Ciencias Del Deporte.* Doi: 10.5232/Ricyde. 2013; 10: 109-22.
9. Silva DA, Benedetti TR, Ferrari EP et al. Anthropometric profiles of elite older triathletes in the ironman Brazil compared with those of young Portuguese triathletes and older Brazilians. *J Sports Sci.* 2012; 30: 479-84.
10. Izquierdo M, Ibanez J, González-Badillo JJ et al. Detraining and tapering effects on hormonal responses and strength performance. *J Strength Cond Res.* 2007; 21: 768-75.
11. Stewart A, Marfell-Jones M, Olds T et al. *International Standards for Anthropometric Assessment.* Lower Hutt, New Zealand: ISAK, 2011.
12. Carter JEL. Body composition of Montreal Olympic athletes. In: Anonymous Physical Structure of Olympic Athletes Part I the Montreal Olympic Games Anthropological Project. Switzerland: Basel, 1982; 107-16.
13. Lee RC, Wang Z, Heo M et al. Total-body skeletal muscle mass: Development and cross-validation of anthropometric prediction models. *Am J Clin Nutr.* 2000; 72: 796-803.
14. Carter JEL, Heath BH. *Somatotyping: Development and Applications.* Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
15. Lukaski HC, Bolonchuk WW, Hall CB et al. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *J Appl Physiol.* 1986; 60: 1327-32.
16. Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences.* Routledge Academic, 1988.
17. Ferragut C, Vila H, Abrales J et al. Relationship among maximal grip, throwing velocity and anthropometric parameters in elite water polo players. *J Sports Med Phys Fitness.* 2011; 51: 26.
18. Hornery DJ, Farrow D, Mujika I et al. An integrated physiological and performance profile of professional tennis. *Br J Sports Med.* 2007; 41: 531-6.
19. Gualdi-Russo E, Zaccagni L. Somatotype, role and performance in elite volleyball players. *J Sports Med Phys Fitness.* 2001; 41: 256-62.
20. Sallet P, Perrier D, Ferret JM et al. Physiological differences in professional basketball players as a function of playing position and level of play. *J Sports Med Phys Fitness.* 2005; 45: 291-4.
21. Carling C, Orhant E. Variation in body composition in professional soccer players: Interseasonal and intraseasonal changes and the effects of exposure time and player position. *J Strength Cond Res.* 2010; 24: 1332-9.
22. Urban F, Kandrác R, Táborský F. Position-related changes in anthropometric profiles of top male handball players: 1980 and 2010. In: *EHF Scientific Conference: Science and Expertise in Handball (Scientific and Practical Approaches), 2011.* p. 212.
23. Reilly T, Bangsbo J, Franks A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *J Sports Sci.* 2000; 18: 669-83.
24. Ziemann E, Sledziewska E, Grzywacz T et al. Body composition and physical capacity of elite adolescent female tennis players. *Georgian Med News.* 2011; (196-197): 19-27.
25. Tsekouras YE, Kavouras SA, Campagna A et al. The anthropometrical and physiological characteristics of elite water polo players. *Eur J Appl Physiol.* 2005; 95: 35-41.
26. López Calbet JA, Armengol Ramos O, Chavarren Cabrero J et al. An anthropometric equation for the determination of the percentage of body fat in young men from the canarian population. *Med Clin (Barc).* 1997; 108: 207-13.
27. Barr SI, McCargar LJ, Crawford SM. Practical use of body composition analysis in sport. *Sports Medicine.* 1994; 17: 277-82.
28. Lohman TG. Skinfolts and body density and their relation to body fatness: A review. *Human Biology.* 1981; 181-225.
29. Gorostiaga EM, Granados C, Ibanez J et al. Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *Int J Sports Med.* 2005; 26: 225-32.
30. Casajus JA. Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. *J Sports Med Phys Fitness.* 2001; 41: 463-9.
31. Fonseca, Paulo Henrique Santos da, Martins JCB, Silva ATd. Validação de equações antropométricas que estimam a densidade corporal em atletas profissionais de futebol. *Revista Brasileira De Medicina do Esporte.* 2007; 13: 153-6.
32. Martin AD, Spent LF, Drinkwater DT et al. Anthropometric estimation of muscle mass in men. *Med Sci Sports Exerc.* 1990; 22: 729-33.
33. Neuffer P, Sawka MN, Young AJ et al. Hypohydration does not impair skeletal muscle glycogen resynthesis after exercise. *J Appl Physiol.* 1991; 70: 1490-4.
34. Silva AM, Fields DA, Heymsfield SB et al. Relationship between changes in total-body water and fluid distribution with maximal forearm strength in elite judo athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2011; 25: 2488-95.
35. Silva A, Fields D, Heymsfield S et al. Body composition and power changes in elite judo athletes. *Int J Sports Med.* 2010; 31: 737.



Original/Deporte y ejercicio

Assessment of somatic maturation of Venezuelan adolescents

Betty Méndez Pérez¹, María Dolores Marrodán Serrano², Consuelo Prado Martínez³,
Julieta Aréchiga Viramontes⁴ and María Dolores Cabañas Armesillas⁵

¹Unidad Bioantropología, Actividad Física y Salud. Universidad Central de Venezuela, Venezuela. ²Departamento de Zoología y Antropología Física. Facultad de Biología. Universidad Complutense de Madrid, España. ³Departamento de Biología. Unidad de Antropología. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid, España. ⁴Instituto de Investigaciones Antropológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, México. ⁵Departamento de Anatomía y Embriología. Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid, España.

Abstract

Introduction: beginning of adolescence comprises important physical modifications, which affects growth and changes in body composition, therefore it is important to consider maturation assessment.

Objective: to develop a non-invasive method to assess maturity status in Venezuelan adolescents from peak height velocity (PHV) by means of anthropometric variables in a cross-sectional sample.

Methods: data comprised 681 Venezuelan adolescents 9 up to 18 years of age. Mirwald equation was applied to derived PHV. Regression analysis was used in order to build a model for Venezuelan sample as well as, ROC curves to assess sensitivity and specificity of anthropometric variables.

Results: the predictive equations for both sexes, exhibited a high determination coefficient (< 0.99) and a minimal estimation error (0.06). Mean decimal age at categories of PHV obtained by both equations: criterion and model, were very similar (13.27 vs. 13.39) for boys, and (11.62 vs. 11.77) for girls. Bland-Altman plot showed a tight concordance between the two equations and all anthropometric indices, exhibited high area under the curve > 0.75 , specially sitting height.

Discussion and conclusion: in Venezuela, there is little work based on longitudinal studies of the maturation status. Giving the difficult faced in the longitudinal studies recent works have been used cross-sectional methodology in the assessment of the somatic maturation, both in non athletic and athletic populations. This study provides predicting equations for the assessment of the somatic maturation adjusted to Venezuelan population developed from Mirwald equation, which may be used to aid in evaluation of nutritional and general health, as well as, a

EVALUACIÓN DE LA MADURACIÓN SOMÁTICA EN ADOLESCENTES VENEZOLANOS

Resumen

Introducción: la adolescencia es un período de cambios en la composición corporal, los cuales deben ser considerados en la evaluación del estado de maduración somática.

Objetivos: desarrollar un método no invasivo para evaluar el estado de maduración en una muestra transversal de adolescentes venezolanos, a partir del punto de máxima velocidad de crecimiento (PHV), mediante medidas antropométricas.

Métodos: la muestra comprende 681 adolescentes venezolanos entre 9 y 18 años. Se aplicó la ecuación de Mirwald para estimar el PHV. De igual manera se efectuó un análisis de regresión para construir el modelo de la muestra venezolana y se aplicaron curvas ROC para evaluar la sensibilidad y especificidad de las variables antropométricas.

Resultados: las ecuaciones predictivas para uno y otro sexo mostraron un elevado coeficiente de determinación ($< 0,99$) y un mínimo error de estimación (0,06). La edad media decimal a la que se alcanza el punto de PHV obtenido por ambas ecuaciones: criterio y modelo, fueron similares para chicos (13,27 vs. 13,39) y para chicas (11,62 vs. 11,77). El test de Bland-Altman mostró una elevada concordancia entre ambas ecuaciones y todos los indicadores antropométricos mostraron un área bajo la curva $> 0,75$, en especial la talla sentado.

Discusión y conclusiones: dada la dificultad de realizar estudios longitudinales, se han utilizado muestras transversales para estimar la maduración somática en diferentes poblaciones. El presente trabajo proporciona ecuaciones predictivas para este propósito, ajustadas a la población venezolana y desarrolladas a partir de la fórmula de Mirwald. Las mismas pueden ser usadas como ayuda en la evaluación nutricional y de salud en general,

Correspondence: Betty Méndez-Pérez.
Unidad Bioantropología, Actividad Física y Salud.
Universidad Central de Venezuela.
E-mail: bioantropologiaucv@gmail.com

Recibido: 1-VII-2015.
Aceptado: 20-VII-2015.

reduction of risks associated with miss-classification for chronological age.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:2216-2222)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9566

Key words: *Maturation. Peak height velocity. Anthropometry. Adolescents. Venezuela.*

Abbreviation

PHV: Peak Height Velocity.

ROC: Receiver Operating Characteristic Curve.

H: Maximal height.

W: Body weight.

SH: Sitting height.

LLL: Lower limb length.

W/H: Weight to height ratio.

A: Decimal age.

ISAK: International Society for the Advancement of Kinanthropometry.

AUC: Areas under the curve.

Introduction

Beginning of adolescence comprises important physical modifications, which affects growth and changes in body composition^{1,2,3,4}. Use of concept of maturity in growth studies involves among others, the principle of somatic or morphological consideration, provided by considerable variability in physical characteristics among individuals of the same chronological age. Scientific evidence shows that is important to consider maturation assessment, the tempo and timing of the progress toward the mature state, in different context and especially around the adolescent growth spurt, for endocrine clinical purposes, growth status and sport classification during the adolescent period^{5,6,7,8,9,10}. On the other hand, the nutritional status acting as a modulation factor on the timing of adolescent sexual development is of the utmost importance to be taking into account¹¹. Take off growth spurt, the approximate age at which the subject goes through maximum growth during adolescence is named peak height velocity that besides height and weight, influence other body dimensions: growth in leg length, sitting height, biacromial and bicrestal breadth as well as some performance tasks^{12,13}. Several studies suggest a combination of environmental and individual factors may be involved in the etiology of maturation, especially genes or environment surrounding factors^{14,15}. However, the extent of their influence is somewhat unclear^{2,6,16}.

Despite the opinions of recognized scientific, there is limited data on the application of maturity concept in the selection of young athletes, although maturation-related classification has been the issue of recent research that has expanded previous views concerning the important role of maturation^{17,18,6}. There are several

así como en la disminución de los riesgos asociados con la clasificación errónea de la edad cronológica.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:2216-2222)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9566

Palabras clave: *Maduración. Máxima velocidad de crecimiento. Antropometría. Adolescentes. Venezuela.*

methods of assessing maturation, however some are of high cost, incurs radiation safety issues, unable to use during fieldwork, and in some opportunities considered intrusive by subjects and their parents. On the other hand, maturity data for Venezuelan adolescents are not extensive.

Objective

The purpose of this study was twofold analysis. Firstly, to employ the equations proposed by Mirwald¹⁰ to assess the maturity status of Venezuelan children and youths considering time before or after of peak height velocity (PHV). From that, to develop predicting equations adjusted to Venezuelan population. Secondly, to explore the capacity of anthropometric variables: weight, height, sitting height, lower limb length, and weight/height ratio, to predict the PHV by means of a transversal equation through a non-invasive practical method.

Methods

Subjects

The sample comes from a transversal research about growth, maturation, physical activity and motor performance of children and adolescents. Study protocol was approved by the Ethics Research Committee of the Anthropology School, Universidad Central de Venezuela, which was conducted in accordance with the Helsinki Declaration¹⁹. All participants gave written informed consent signed by their parents or guardians, after explanation of the purpose and nature of the study. Research material was treated confidentially. Data for this study were obtained from a cross-sectional homogeneous socio-economic data base of Venezuelan children and adolescents from 2009 up to 2012. The subjects attended public schools, in three cities of the country: Caracas, Mérida and San Fernando de Apure. Participants included in the randomized survey were aged 9 up to 18 years, (12.53 ± 2.26 yr.) and the final sample encompassed 681 subjects (346 boys and 335 girls).

Anthropometric measurements

Anthropometric dimensions were assessed on each participant of the sample, by three highly trained an-

thropometrists, according to the procedures of the International Society for the Advancement of Kinanthropometry²⁰. Maximal height (H) was measured to the nearest mm with a locally manufactured wall-mounted stadiometer. Body weight (W) was assessed with electronic scale to the nearest 0.1 kg. Sitting height (SH) and lower limb length (LLL) to the nearest mm, were taken as the height from the anthropometric box (where the subject sits) to the vertex and from height minus sitting height respectively. Weight to height ratio (W/H) was calculated using the weight and height measurements. Finally, decimal age (A) was considered. Data quality control was implemented for all team members. Technical errors of measurements were well within the range of errors allowed by ISAK: body mass (0.50 g), height (0.12 cm), and lengths (0.29). Data for continuous variables were expressed as means $\pm$ SD for normally distributed data.

Statistical analysis

Statistical analysis and graphical representations of the collected data were performed using the statistical package for the Social Science (SPSS 21.0) software for window. (SPSS 21.0 Inc., Chicago, IL). Statistically significant was considered as $P < 0.05$.

Descriptive statistics calculations included means and standard deviation for all the anthropometric variables considered by sex and age. The Kolmogorov-Smirnov normality test, was used for the analysis of equality of continuous distribution. Mirwald equation¹⁰ was applied to derived PHV in a cross-sectional sample. This formula express years from PHV and has been considered as a measurement of maturity status. According with this proposal, it is possible to categorized eight levels based on years of distance from that moment (-4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3).

In order to build a model for Venezuelan sample, correlation coefficients between PHV obtained by

Mirwald¹⁰ expression and the anthropometric dimensions of the sample was calculated. In addition a regression analysis step by step was applied, taking Mirwald's PHV as the dependable variable and the anthropometric variables as the independent ones, this is to say, higher R^2 and lowest estimation error.

To validate the developed equations, 60% of the sample was taken in a probabilistic way. In this subsample PHV by Mirwald (criterion) and PHV by equation obtained in the present study (model), were applied. Thereafter, to analyze the results derived from both equations intraclass correlation coefficient²¹ was applied, and the models reliability was expressed by the Bland-Altman graph representation²². Next, relationship between mean decimal age of different maturation categories, derived from the criterion and model equation was established by a T-student test for paired samples. Finally, a Receiver Operating Characteristic Curve (ROC analysis)²³, was used to determine the efficacy of a reference test based on anthropometrics variables, considering the status of maturation as the criterion variable ($PHV < 0$; $PHV \geq 0$). Areas under the curve (AUC), sensitivity (true-positive rate) and specificity (true-negative rate) were calculated for a range of cutoffs for the reference test.

Results

Means and standard deviation for various body dimensions (not shown in the text) were estimated by age and sex. Age (A), weight (W), height (H), sitting height (SH), lower limb length (LLL), weight/height ratio (W/H). As was expected all variables increase with age.

Table I summarize information from the correlations between decimal age, anthropometric variables and PHV criterion. All of them are significant correlated for boys and girls ($p \leq 0.05$) ranging from 0.659- to -0.979 in boys and 0.526 to 0.979 in girls respectively.

Table I
Correlation coefficients between decimal age, anthropometric variables and Peak height velocity obtained from Mirwald equation

		Boys (N=346)					
		Decimal age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)	Sitting height (cm)	Lower limb length (cm)	Weight/height
Girls (N=335)	Decimal age (yr)	1	0.846**	0.753**	0.824**	0.777**	0.659**
	Height (cm)	0.693**	1	0.885**	0.940**	0.950**	0.781**
	Weight (kg)	0.711**	0.794**	1	0.882**	0.794**	0.979**
	Sitting height (cm)	0.728**	0.764**	0.764**	1	0.786**	0.802**
	Lower limb length (cm)	0.528**	0.648**	0.891**	0.551**	1	0.680**
	Weight/height	0.626**	0.979**	0.551**	0.671**	0.526**	1
	PHV criterium	0.966**	0.773**	0.671**	0.866**	0.650**	0.682**

The predictive equations for males developed by this study using a lineal regression where PHV derived from Mirwald¹⁰ acts as dependent variable data and A, W, SH, LLL, and the ratio W/H as predictive variables, was showed in table II. According with the p value (<0.001), the chosen predicting model, for males and females, exhibited a high determination coefficient (<0.99) and a minimal estimation error (0.06).

Table III shows mean decimal age at categories of PHV obtained by both equations: criterion and model. The “0” value represents the age at which the subject goes through maximum growth during adolescence. The mean decimal age at this category were very similar (13.27 vs 13.39) for boys, and (11.62 vs 11.77) for girls accordingly. No statistical differences were found between mean decimal age for all categories.

Table II
Predicting equation of Peak height velocity (yr) derived from the sample

<i>Dependent variable</i>	<i>Regression equation</i>	<i>N</i>	<i>Sex</i>	<i>R²</i>	<i>Estimation error</i>	<i>P</i>
PHV (yr)	PHV=-12.909+0.0449*A+0.081*W+0.087*SH-0.023*LLL-12.157*(W/H)	346	B	0.998	0.0632	<0.001
PHV (yr)	PHV=-15.141+0.503*A+0.004*W+0.080*HT-0.049*LLL-6.085*(W/H)	335	G	0.998	0.06628	<0.001

PHV = Peak Height Velocity (years); A = decimal age; W = weight; SH = sitting height; LLL = lower limb length; (W/H) = (weight/height); B = boys; G = girls.

Table III
Decimal age by maturation from criterion and model equation of PHV

<i>Boys</i>					
<i>Categories</i>	<i>N</i>	<i>PHV criterion</i>		<i>PHV model</i>	
		<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>
-4	3	9.02	0.36	9.02	0.14
	5				
-3	5	9.69	0.57	9.72	0.55
	9				
-2	5	10.92	0.63	10.96	0.62
	4				
-1	3	12.03	0.61	12.03	0.61
	0				
0	1	13.39	0.69	13.27	0.64
	6				
1	1	14.49	0.62	14.48	0.66
	0				
2	8	15.96	0.80	16.07	0.72
3	4	16.94	0.67	17.12	0.63

<i>Girls</i>					
<i>Categories</i>	<i>N</i>	<i>PHV criterion</i>		<i>PHV model</i>	
		<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>
-2	1	9.48	0.34	9.48	3.54
	7				
-1	4	10.55	0.72	10.45	0.47
	4				
0	5	11.77	0.58	11.62	0.70
	9				
1	3	13.07	0.92	12.83	0.82
	2				
2	2	15.13	1.01	14.93	1.01
	2				
3	1	16.53	0.91	16.41	0.82
	0				
4	3	17.94	0.75	17.97	0.70

The intraclass correlation coefficient between criterion and model PHV was 0.99 for boys and girls. This result evidence a very high concordance according to Prieto proposal²¹.

As show in figure 1, a Bland-Altman plot of the data for boys and girls exhibited a tight distribution of the difference between the two models. A great majority of the plotted points are located between two standard deviations (± 2 SD), evidenced by the almost perfect adjustment of points showed by the female group.

The ROC curves for anthropometric variables in boys and girls are shown in figure 2. AUCs showed for both, boys and girls, SH as the variable with more capacity to predict the PHV, (boys: 0.971; girls: 0.897) although, all anthropometric indices exhibited high area under the curve > 0.75 (Table IV). In generally, the AUCs in boys were slightly higher than those in girls.

Discussion

It has been emphasized that maturity assessment has received increasing attention for clinical purposes, sport classification during the adolescent period and

the relationship between stages of somatic maturation and body composition²⁴. Less has been empathized about the role of childhood overweight and nutrition on the earlier timing of puberty. On this sense Cheng²⁵, have made a detailed revision on the role that nutrients (fat, fiber, protein intake, isoflavones) play on development and the take-off of PHV. The contribution of Boyne²⁶ on the afro-Caribbean children, deserves special attention, which related BMI with advanced pubertal development. In fact, assessing the developmental tempo in adolescents is an important issue in health screening^{5,12}, since the range of variability even within the same chronological age is large and shows a striking increase ostensibly during the adolescent growth spurt^{27,28,6}.

Likely, over the past few decades we are aware of the participation of younger in competitive sports where chronological age is the classification criterion in spite of the differences among body dimensions and motor task. Consequently, the likelihood of erroneous classification is possible when data based on chronological age is used²⁹.

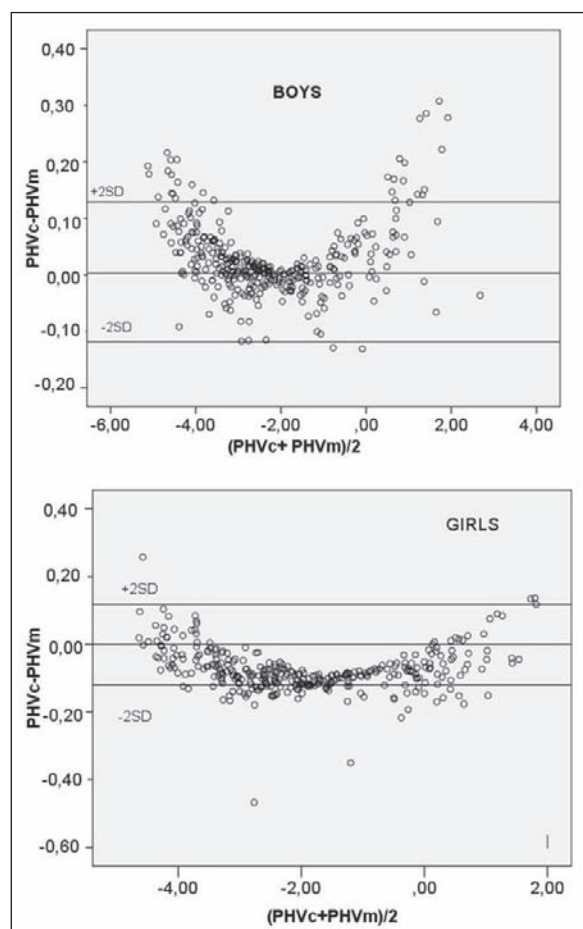


Fig. 1.—Bland-Altman plot of the difference between the two models: criterion and model for boys and girls.

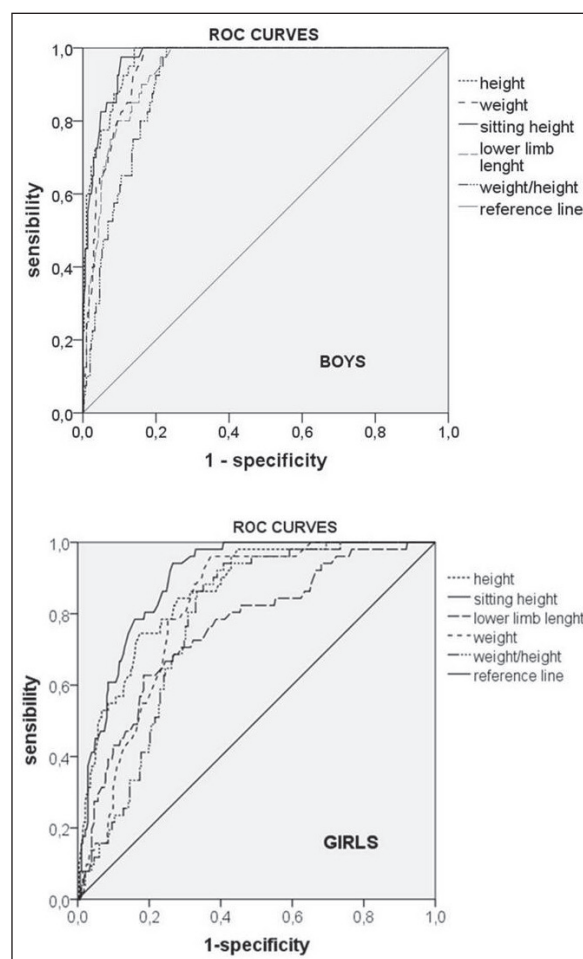


Fig. 2.—Receiver Operating Characteristic (ROC) curves for anthropometric variables o predict PHV in Venezuelan boys and gils.

Table IV
Area under the receiving operating characteristics (ROC) curves for the studied anthropometric variables

Measurement	Boys		Girls	
	AUC	CI (95%)	AUC	CI (95%)
W	0.948±0.012	0.926-0.971	0.812±0.025	0.762-0.862
H	0.969±0.009	0.952-0.986	0.861±0.025	0.812-0.910
SH	0.971±0.008	0.955-0.987	0.897±0.018	0.861-0.933
LLL	0.938±0.014	0.912-0.965	0.759±0.037	0.688-0.831
W/H	0.967±0.016	0.877-0.941	0.777±0.027	0.723-0.831

AUC: Area under the curve, CI: confidence interval, W: weight, H: height, SH: sitting height, LLL: lower length limb, W/H: weight/height.

The goal of this research was to develop a simple, inexpensive and non-invasive method to assess maturity status in Venezuelan adolescents from peak height velocity (a measure of maturity offset), by means of anthropometric variables in a cross-sectional sample. In Venezuela, there is little work based on longitudinal studies of the maturation and to the best of our knowledge, the only study based on longitudinal data was the reported years ago³⁰. Moreover, differences of Latin American population in body composition and maturation have been reported that implies the use of specific equation for these features^{31,32}.

The equations found here were sustained on the variables that presented highest partial correlation coefficient with decimal age and the position adopted for them under the ROC's curve. In our study, very high correlations were found among decimal age and the anthropometric variables used for the analysis, specially SH that showed for both sexes the highest values. This means that they could be considered in a cross-sectional sample as good predictors for the PHV.

In our sample, PHV was achieved, 2.65 years earlier in females than in males. These findings slightly differ from the study of Gómez Campos³³, who reported a PHV at 14.84 and 11.99 years for Brazilian boys and girls respectively, with a difference of 2.85 years, which favors the female group.

Giving the difficult faced in the longitudinal studies (time consuming, surveillance of subjects along the research, secular changes, among other), recent studies have been used cross-sectional methodology in the assessment of the somatic maturation both in non athletic and athletic populations^{17,18,33}.

It is worth mentioning that the results of this study have possible limitations related to representativeness of the sample and deserved more detailed study and that, further verification, on different samples including larger number of subject is thus recommended, in order to provide additional information related to this topic. On the other hand as stated by Cheng²⁵, the role of nutrition, which is an important lifestyle factor, on the onset of puberty, has to be considered in futures studies.

In spite of that, the equations proposed in the present study were sustained on the anthropometric variables

that presented the highest partial correlation coefficient with decimal age of the subjects, and the position for them adopted under the ROC curves.

In conclusion, this study provides predicting equations for the assessment of the somatic maturation adjusted to Venezuelan population developed from Mirwald equation¹⁰. The anthropometric measurements: height, weight, lower limb length and specially sitting height, may provide insights for the measure of biological maturity during the growth period. The obtained equations may be used as potential tools for the prediction of somatic maturation, to aid in evaluation of health and general well-being of children, as well as a reduction of risks associated with miss-classification for chronological age.

References

1. López Contreras-Blanco M., Espinoza I., Tomei C. Crecimiento y maduración física. Bases para el diagnóstico y seguimiento clínico. *Editorial Panamericana*. Caracas, 2013; pp. 283.
2. Malina RM, Bouhard C, Bar-Or O. Maturity-Associated variation in growth and performance. In: Growth, maturation and physical activity. 2nd edition. Human Kinetics. Champaign, Ill. 2004; 337-362.
3. Rogol AD. Neuroendocrinology of puberty and the clinical treatment of growth disorders. In: Johnston, FE, Zemel, B, Eveleth, PB, (eds): K. *Human growth in context*. Smith-Gordon, London U 1999; 121-129.
4. Organización Mundial de la Salud. La salud en los jóvenes: un desafío para la sociedad. Informe de un Grupo de Estudio de OMS sobre la Salud de los Jóvenes y la Salud para Todos en el año 2000. *Serie de Informes Técnicos* 1986; N° 731: Ginebra.
5. Joop E, Scheffler Ch, Hermanussen M. Prevention and anthropology. *Anthropol. Anz* 2014; 71(1/2) 135-141.
6. Carvalho H, Coelho-Silva M, Goncalves C, Philippaerts R, Castagna C, Malina R. Age-related variation of anaerobic power after controlling for size and maturation in adolescent basketball players. *Ann Hum Biol* 2011; 38(6): 721-727.
7. Flores-Esteves Z, Rodríguez-Bermúdez A, García-Avendaño P, Brito Navarro P. Efecto de la maduración biológica sobre variables de aptitud física en niños y jóvenes tenistas venezolanos. *Rev. Esp. Antrop. Fís* 2008; 28: 37-45.
8. Pérez B, Prado C, Aréchiga J, Arroyo E. Distribución de la adiposidad en nadadores según categorías de pubertad. *An. Venez Nutr* 2007; 20(2): 76-83.
9. Malina R, Crescita e maturazione di bambini ed adolescente praticanti atletica leggera. *Federazione Italiana di Atletica Leggera-supplemento ai nn.* 2006; 1 e 2.

10. Mirwald RL, Baxter-Jones ADG, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2002; 34: 689-694.
11. Rogol AD, Clark PA, Roemmich JN. Growth and pubertal development in children and adolescents: effects of diet and physical activity. *Am J Clin Nutr* 2000; 72(suppl): 521S-8S.
12. Gómez-Campos R, De Arruda M, Hobold E, Abella CP, Camargo C, Martínez Salazar, C, Cossio-Bolaños M.A, Valoración de la maduración biológica: usos y aplicaciones en el ámbito escolar. *Rev Andal Med Deporte* 2013; 6(4): 151-160.
13. Gastin PB, Bennett G, Cook J. Biological maturity influences running performance in junior Australian football. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2013; 16: 140-145.
14. Szwed A, Aleksandra J, Czaplá Z, Kosinka M Influence of socioeconomic factor on age at menarche of Polish girls. *Anthrop Anz* 2013; 70(4): 455-470.
15. Serassuelo, Junior H, Simoes AC, Serpeloni Cyrino E, Vaz Ronque ER, Zucas SM, Parra SA. Impacto de fatores ambientais sobre a velocidade dos eventos maturacionais em escolares do sexo feminino do município de Cambé, Paraná, Brasil *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2006; 89(1): 45-51.
16. Freitas D, Maia J, Beunen G, Lefevret J, Claessens A, Marques A, Rodrigues A, Silva C, Crespo M, Thomis M, Sousa A, Malina R. Skeletal maturity and socioeconomic status in Portuguese children and youths: the Madeira Growth Study. *Ann Hum Biol* 2004; 31(4): 408-420.
17. Bergmann, GG, Bergman, MLA, Lorenzi, TDC, Pinheiro, ES, Garlipp, DC, Moreira RB. Pico de velocidade em estatura, massa corporal e gordura subcutânea de meninos e meninas dos 10 aos 14 anos de idade. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2007; 9(4): 333-338.
18. Machado D, Botta Bonfim M, Trevizan Costa Pico de velocidades de crescimento como alternativa para classificação maturacional associada ao desempenho motor. *Rev. Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2009; 11(1): 14-21.
19. World Medical Association Declaration of Helsinki - Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. *General Assembly, Fortaleza, Brazil* 2013.
20. ISAK International Society for the Advancement of Kinanthropometry. *Protocolo Internacional para la Valoración Antropométrica*. Stewart A, Marfell-Jones M, Olds T, de Ridder H. Publicado por ISAK. Biblioteca Nacional de Australia 2011; 112 P
21. Prieto L, Lamarca R, Casado A. La evaluación de la fiabilidad en las observaciones clínicas: el coeficiente de correlación intraclass. *Med. Clin* 1998; 110 (4):142-145.
22. Bland MJ, Altman, DG. Statistical Methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986; 1: 307-10.
23. Silva A. LC Excursión a la Regresión Logística en Ciencias de la Salud. Díaz de Santos. Madrid. España 1995; 131-135.
24. Miranda VP, Rocha de Faria F, Rodrigues de Faria E, Priore SE. Somatic maturation and body composition in female healthy adolescents with or without adjustment for body fat. *Rev Paul Pediatr* 2014; 32(1): 78-84.
25. Cheng G, Buyken AE, Shi L, Karaolis-Danckert N, Kroke A, Wudy SA, Degen GH, Remer T. Beyond overweight: nutrition as an important lifestyle factor influencing timing of puberty. *Nutr Rev* 2012; 70(3): 133-52.
26. Boyne MS, Thame M, Osmond C, *et al*. Growth, body composition, and the onset of puberty: longitudinal observations in Afro-Caribbean children *J Clin Endocrinol Metab* 2010; 95: 3194-3200.
27. Ré AHN, Bojikian LP, Teixeira PT, Bohme MT. Relação entre crescimento, desempenho motor, maturação biológica e idade cronológica de jovens do sexo masculino. *Rev brasileira de educação física e esportes* 2005; 19(2): 153-162.
28. Philippaerts RM, Vaeyens R, Janssens M, Van Renterghem B, Matthys D, Craen R, Bourgeois J, Vrijens J, Beunen G, Malina R. 2006; The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. *Journal of Sports Sciences* 24(3): 221-230.
29. Malina RM, Baxter-Jones ADG, Armstrong N, Beunen GP, Caine D, Daly RM, Lewis RD, Rogol AD, Russell K. Role of intensive training in the growth and maturation of artistic gymnasts *Sport Med* 2013; (43):783-802.
30. López-Blanco M, Izaguirre-Espinoza I, Macías-Tomei C, Bosch V, Ceballos JL, Angulo Rodríguez N, Fossi M, Mijares A, Méndez-Mijares M. Estudio Longitudinal del Área Metropolitana de Caracas. *Informe final a CONICIT* (1995): (Mimeo). Caracas.
31. Marrodán MD, Pérez, BM, Morales E, Santos-Beneit G, Cañas MD. Contraste y concordancia entre ecuaciones de composición corporal en edad pediátrica: aplicación en población española y venezolana- *Nutr. Clin. Diet. Hosp.* (2009); 29(3) 4-11.
32. Romero Collazos JF, Marrodán Serrano MD, Mesa Santurino MS, Bejarano I, Alfaro E, Martínez AJ, Méndez de Pérez B, Meléndez J, Lomaglio DB. Grasa corporal y distribución de la adiposidad en escolares latinoamericanos y españoles. En: *Diversidad Humana y Antropología Aplicada* (A. Gutiérrez-Redomero, A. Sánchez-Andrés y V. Galera Olmo, (eds.), Universidad de Alcalá; Alcalá de Henares. 2010; 221-228.
33. Gómez Campos R, Hespanhol J, Portella D, Vargas Vitoria R, De Arruda M, Cossio-Bolaños MA. Predicción de la maduración somática a partir de variables antropométricas: validación y propuesta de ecuaciones para escolares de Brasil. *Nutr Clín Diet Hosp* 2012; 32(3): 7-17.



Original/Deporte y ejercicio

Parámetros de composición corporal y su relación con la potencia aeróbica máxima en ciclistas recreacionales

Patricio Siegel Tike¹, Giovanni Rosales Soto², Tomás Herrera Valenzuela^{2,3}, Samuel Durán Agüero⁴ y Rodrigo Yáñez Sepúlveda⁵

¹Club Deportivo Universidad Católica - CDUC. ²Facultad de Ciencias de la Actividad Física, Universidad San Sebastián. ³Laboratorio de Ciencias de la Actividad Física, el Deporte y la Salud, Universidad de Santiago de Chile, USACH. ⁴Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad San Sebastián. ⁵Facultad de Filosofía y Educación Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile.

Resumen

Objetivo: el objetivo de este estudio consiste en relacionar parámetros de composición corporal sobre el rendimiento en ciclistas recreacionales, utilizando la masa grasa (MG), la masa muscular total (MM) y apendicular de la extremidad inferior (MMEI) con la potencia aeróbica máxima (PAM).

Material y métodos: se reclutaron 11 ciclistas ($27,7 \pm 4,5$ años; $72,4 \pm 12,4$ kg; $173,2 \pm 6,7$ cm) hombres. Las medidas antropométricas fueron realizadas de acuerdo a los protocolos de la International Society for the Advancement of Kineanthropometry (ISAK), y las pruebas de PAM se llevaron a cabo siguiendo un protocolo en rampa, que comenzó con una carga inicial de 150 W y, posteriormente, con incrementos de 30 W a intervalos de un minuto hasta llegar al agotamiento.

Resultados: existe dependencia entre las variables de MG y el VO_2 máx que se correlacionan de forma negativa y significativa ($p < 0,05$). Respecto a las variables MM y el VO_2 máx, correlacionan significativamente de forma negativa ($p < 0,05$). En la correlación de la MMEI con la PAM puede apreciarse una correlación positiva y muy significativa ($p < 0,01$), lo que indicó que los sujetos que tienen un mayor componente muscular en las extremidades inferiores (EEII) son capaces de generar una mayor potencia.

Conclusiones: podemos concluir que de los resultados obtenidos, tanto la MG como la MM no son un buen referente como parámetro de rendimiento respecto a la PAM. La MMEI fue el único parámetro que reflejó una relación positiva como marcador de rendimiento en ciclistas recreacionales.

(Nutr Hosp. 2015;32:2223-2227)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9656

Palabras clave: Composición corporal. Potencia aeróbica. Ciclistas.

BODY COMPOSITION PARAMETERS AND RELATIONSHIP WITH THE MAXIMAL AEROBIC POWER IN RECREATIONAL CYCLISTS

Abstract

Objective: the aim of this study is to relate body composition parameters on performance in recreational cyclists using fat mass (MG), total muscle mass (MM) and the appendix of the lower extremity (MMEI) with maximal aerobic power (PAM).

Methods: 11 male cyclists (27.7 ± 4.5 years; 72.4 ± 12.4 kg; 173.2 ± 6.7 cm.) were recruited. The anthropometric measurements were performed according to the protocols of the International Society for the Advancement of Kineanthropometry (ISAK) and testing of PAM were held following a ramp protocol, which began with an initial load of 150 W and then increments 30 W at 1-minute intervals until exhaustion.

Results: there is dependence between variables and the VO_2 max MG that correlate negatively and significantly ($p < 0.05$). MM respect to variables and the VO_2 max significantly negatively correlated ($p < 0.05$). In correlation with the PAM, MMEI it can be seen a positive and significant correlation ($p < 0.01$) indicating that individuals who have greater muscle component in the lower limbs (EEII) are able to generate more power.

Conclusions: we conclude that the results obtained, both the MG and the MM are not a good reference as performance parameters regarding the PAM. The MMEI was the only parameter that showed a positive relationship as a marker of performance in recreational cyclists.

(Nutr Hosp. 2015;32:2223-2227)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9656

Key words: Body composition. Aerobic power. Cyclists.

Correspondencia: Giovanni Rosales Soto.
Facultad de Ciencias de la Actividad Física.
Universidad San Sebastián.
E-mail: grosales@ug.uchile.cl

Recibido: 17-VII-2015.
Aceptado: 17-VIII-2015.

Introducción

La composición corporal se ha convertido en un importante campo de interés para las ciencias del ejercicio y el deporte, de este modo, el balance entre el peso y la grasa corporal relativa debiera determinarse cuando un atleta está sano y en un estado óptimo de rendimiento¹. Tanto el peso como la composición corporal pueden afectar el rendimiento durante el ejercicio, sin embargo, no debe ser usado como un único criterio de rendimiento deportivo².

Los procedimientos antropométricos que nos permiten determinar la masa muscular (MM), son de gran ayuda, ya que podemos conocer la distribución de este tejido tanto en miembros superiores como inferiores y estudiar su contribución al rendimiento específico de cada deportista³. Se ha demostrado que un bajo porcentaje de grasa corporal, una mayor longitud de los segmentos corporales y un porcentaje mayor de masa magra pueden asociarse a un mayor rendimiento en el ciclismo⁴.

Respecto a algunas variables fisiológicas, los ciclistas poseen un alto consumo de oxígeno ($\text{VO}_2\text{máx}$) y un elevado umbral anaeróbico que les permite lograr un mejor rendimiento en sus respectivas competencias⁵. Del mismo modo, se ha visto que la potencia y capacidad anaeróbica tiene un papel importante en el rendimiento de sprints y situaciones de competencia⁶, donde además, la potencia aeróbica máxima (PAM) ha sido una buena herramienta para seleccionar un óptimo estado de trabajo muscular⁷ y ha mostrado tener una alta correlación con el $\text{VO}_2\text{máx}$ ⁸.

El presente estudio pretende relacionar parámetros de composición corporal sobre el rendimiento en ciclistas recreacionales, utilizando la masa grasa, la masa muscular total y apendicular de la extremidad inferior con la potencia aeróbica máxima.

Metodología

El estudio está basado en una metodología cuantitativa de tipo no experimental, analítico, correlacional y de corte transversal. La unidad de análisis consistió en una muestra no aleatoria, pertenecientes al Equipo de Ciclismo Amateur Santiago.

Sujetos

Se reclutaron 11 ciclistas ($27,7 \pm 4,5$ años; $72,4 \pm 12,4$ kg; $173,2 \pm 6,7$ cm.) hombres, que aceptaron participar de forma voluntaria en el estudio. Todos los sujetos entrenan al menos 3 veces por semana y poseen como mínimo 1 año de experiencia en la disciplina. Los sujetos firmaron un consentimiento informado y el estudio fue desarrollado siguiendo lo expuesto en la Declaración de Helsinki, además estar en conformidad del Comité de Ética Local de la Universidad San Sebastian

Las mediciones fueron realizadas en las dependencias del Velódromo del Estadio Nacional, los sujetos fueron citados a las 9:00 hrs, en 2 días con un intervalo de 24 hrs entre cada sesión. En la primera sesión se tomaron las mediciones antropométricas y en la segunda sesión se realizó la prueba máxima incremental para determinar la PAM.

Antropometría

Las medidas antropométricas fueron realizadas por un antropometrista certificado de acuerdo a los protocolos de la International Society for the Advancement of Kineanthropometry (ISAK)⁹. El peso corporal se midió con una báscula digital TANITA HD357 (Tokyo, Japón), rango de 0 a 150 kg con precisión de 100 g y la talla con estadiómetro Seca 213 (Hamburgo, Alemania) con precisión de 1 mm.

Los pliegues cutáneos considerados fueron: triceps, biceps, subescapular, cresta iliaca, supraespinal, abdominal, muslo medio y media pantorrilla, todos ellos medidos con kit antropométrico Rosscraft (Vancouver, Canadá).

La masa grasa (MG) y la masa muscular total (MMT) fue estimada usando la ecuación desarrollada por Kerr D. (1988):

$$\text{MG (kg)} = [(\text{Z ADIP} \cdot 5.85) + 25.6] / (170.18 / \text{HT})^3$$

Donde MG = masa grasa; Z ADIP = score de proporcionalidad phantom para la masa adipose; HT = talla del evaluado.

$$\text{MMT (kg)} = [(\text{Z MUS} \cdot 5.4) + 24.5] / (170.18/\text{HT})^3$$

Donde MMT = masa muscular total; Z MUS = score de proporcionalidad phantom para la masa muscular; HT = talla del evaluado.

Posteriormente, para el cálculo de la masa muscular de la extremidad inferior (MMEI) se utilizó la fórmula propuesta por Rodríguez *et al.* (2010)³:

$$\text{MMEI} = (((\text{T} - \text{SPMP}) \times (\text{DF})^2) + (\text{PMM} + \text{PP}))/1000$$

Donde MMEI = masa muscular extremidad inferior; T = talla; SPMP = sumatoria de pliegues de muslo y pierna; DF = diámetro femoral; PMM = perímetro muslo medio; PP = perímetro pierna.

Prueba máxima incremental

La prueba máxima incremental para determinar la PAM se realizó en un ergotrainer marca Tacx modelo Flow T2200 (Wassenaar, Holanda) y se utilizó un monitor de frecuencia cardíaca marca Polar modelo RC-3GPS (Kempele, Finlandia). La prueba se llevó a cabo siguiendo un protocolo en rampa, que comenzó con

una carga inicial de 150 W y posteriormente con incrementos de 30 W a intervalos de 1 minuto hasta llegar al agotamiento¹⁰ manteniendo una cadencia de 80-100 rpm²⁴. Los participantes fueron verbalmente alentados para asegurar que alcanzaron un esfuerzo máximo.

Fueron utilizadas las bicicletas de cada participante, calibradas en el ergotrainer según las especificaciones de fabricante.

La prueba finalizaba cuando ya no era posible mantener la cadencia solicitada (80-100 rpm), al alcanzar la frecuencia cardíaca máxima teórica o por voluntad del evaluado. Se registró la potencia máxima alcanzada durante el último estadio completo de pedaleo¹¹.

Análisis estadístico

Las variables fueron sometidas a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y a un análisis descriptivo (medias y desviación estándar). Para correlacionar las variables se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman. El paquete estadístico utilizado fue Graphpad Prism version 6.0 (La Jolla, California, USA). Para todos los casos se estableció un valor de significancia de $p < 0,05$.

Resultados

Respecto a la figura 1a, se puede apreciar que existe dependencia entre las variables de MG y el $VO_{2\text{máx}}$ que correlacionan de forma negativa y significativa ($p < 0,05$). Sin embargo, no se muestra una dependencia entre las variables respecto a la PAM ($p > 0,05$. Ver tabla Ia). Por lo que no se aprecian efectos positivos de niveles elevados de MG relaciones con el rendimiento en las pruebas mencionadas.

Algo similar ocurre en la figura 1b, donde se aprecia que las variables MM y el $VO_{2\text{máx}}$ que correlacionan significativamente de forma negativa ($p < 0,05$). A su vez, muestra una relación positiva con la PAM (Tabla Ib), pero no es significativa ($p > 0,05$); por lo que sujetos con una elevada MM tienen resultados no deseables respecto al $VO_{2\text{máx}}$ y PAM.

La figura 1c, muestra la correlación de la MMEI con la PAM, y puede apreciarse una correlación positiva y muy significativa ($p < 0,01$) lo que indicó que sujetos que tienen un mayor componente muscular en las extremidades inferiores (EEII) son capaces de generar una mayor potencia.

Discusión

Según los resultados del estudio pudimos observar que la MG no muestra tener efectos positivos respecto al rendimiento sobre la bicicleta tanto del $VO_{2\text{máx}}$ como de la PAM ($p > 0,05$) en ciclistas de nivel amateur. Este resultado concuerda con la investigación de

Davies (1972), donde la MG no mostró correlación con la PAM en 88 hombres y mujeres de edades entre 20 a 50 años¹². De la misma manera, la investigación de Goran *et al.* (2000) encontró que la MG no presentó ningún efecto sobre la capacidad aeróbica máxima de niños y mujeres, sugiriendo que tanto la masa adiposa como la potencia aeróbica deben ser considerados de forma independiente¹³. A la misma conclusión llegó la investigación de Jaswant *et al.* (2010), quienes concluyeron que la MG no presenta ningún efecto sobre la PAM en jóvenes universitarios¹⁴.

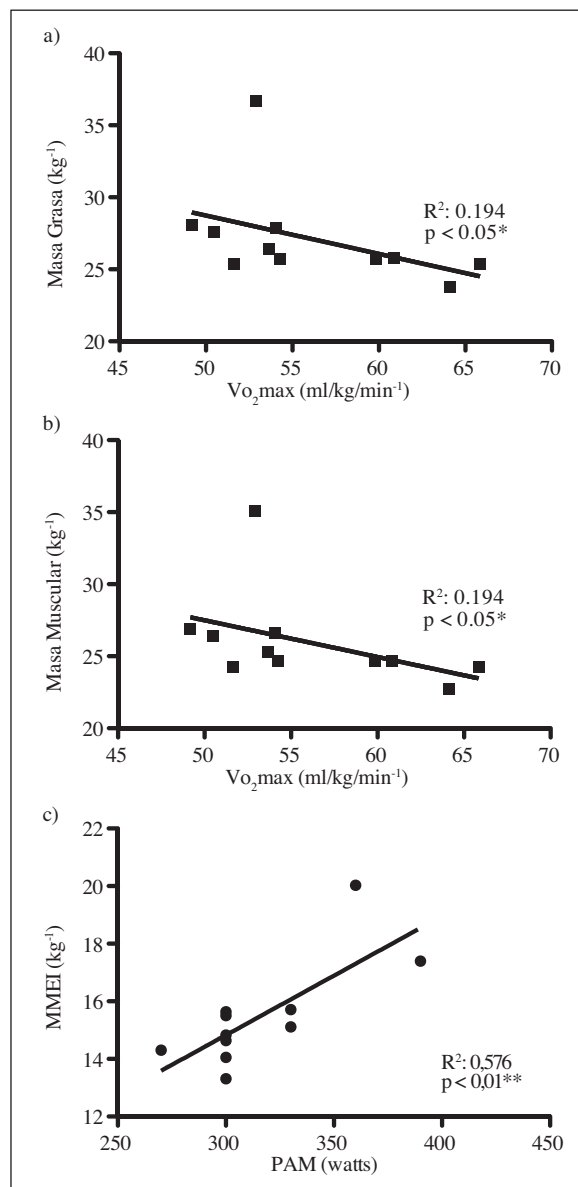


Fig. 1.—En esta figura se puede ver: a) Correlación entre la masa grasa y el $VO_{2\text{máx}}$: se muestra correlación negativa entre variables; b) Correlación entre la masa muscular y el $VO_{2\text{máx}}$: Se muestra correlación negativa entre variables; c) Correlación potencia aeróbica máxima y masa muscular de extremidad inferior: existe una correlación positiva.

Tabla I
A) Características de los sujetos (N = 11)

	Media	SD (±)
Edad (años)	27,7	4,5
Peso (kg)	72,4	12,4
Talla (cm)	173,2	6,7
MG (kg)	17,8	4,4
MM (kg)	34,2	5,6
MMEI (kg)	15,5	1,8
VO ₂ máx. (ml/kg/min)	56,07	5,65
PAM (watts)	316,3	33,8
W/MMEI (watts)	20,4	1,5

B) Correlación de parámetros

	PAM (w)		VO ₂ máx (ml/kg/min)	
	rho	p valor	rho	p valor
MG (kg)	0,19	> 0,05	-0,81	< 0,05 *
MM (kg)	0,61	> 0,05	-0,7	< 0,05 *
MMEI (kg)	0,75	< 0,01 **	-0,33	> 0,05
W/MMEI (watts)	0,28	> 0,05	0,34	> 0,05

MG: masa grasa; MM: masa muscular; MMEI: masa muscular extremidad inferior; VO₂máx: consumo máximo de oxígeno; PAM: potencia aeróbica máxima; W/MMEI: potencia por kilo de masa muscular extremidad inferior. (Nota: diferencia significativa * p<0,05; ** p<0,01)
En la tabla I (a), se presentan las características de los sujetos que fueron evaluados para este estudio y en (b), se resumen los resultados de todas las variables consideradas.

No obstante, algunos estudios han encontrado correlaciones entre la masa adiposa y la PAM. En este sentido, la investigación de Sadhan *et al.* (2007) encontró una correlación negativa entre la masa grasa y la capacidad aeróbica en 99 estudiantes universitarios¹⁵. Resultados similares se encontraron en los estudios de Ramirez-Lechuga *et al.* (2008) y Burns *et al.* (2013) con adolescentes y niños, donde la capacidad aeróbica máxima correlacionó de manera inversa con la sumatoria de pliegues y masa adiposa¹⁶.

En relación a la MMEI y el VO₂máx no se encontró una correlación positiva, tampoco significativa (p>0,05), pero si hubo una muy buena correlación y muy significativa respecto a este mismo valor con la PAM. Al contrario de nuestros resultados las conclusiones de algunas investigaciones como la de Sargeant *et al.* (1977) encontró asociación entre el volumen de la extremidad inferior y el VO₂max en una muestra de hombres jóvenes sanos¹⁷. Otra investigación realizada por Weyand *et al.* (1993) en individuos de ambos géneros, encontró que existe una importante relación lineal positiva entre el VO₂peak y la masa libre de grasa de la extremidad inferior (r: 0,80), concluyendo que existe una importante correlación con la la masa muscular activa durante pruebas en cicloergómetro¹⁸. Por su parte, Perez-Gomez *et al.* (2008), encontraron que los principales factores determinantes de las dife-

rencias de género en la PAM en bicicleta es la masa muscular de las extremidades inferiores¹⁹.

Dentro de las limitaciones del estudio podemos considerar el amplio rango de edades entre los sujetos (20-38 años) y los años de experiencia previa en la disciplina, donde la variabilidad en la composición corporal puede tener relación a estos factores.

Podemos concluir que de los resultados obtenidos, tanto la MG como la MM no son un buen referente como parámetros de rendimiento respecto a la VAM. La MMEI fue el único parámetro que reflejó una relación positiva como marcador de rendimiento en ciclistas recreacionales.

Se necesitan otros estudios que puedan aclarar el rol de la composición corporal sobre el rendimiento físico de ciclistas de nivel amateur.

Agradecimientos

A quienes participaron de forma desinteresada en este estudio.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Referencias

1. Webster BL., B.S., Body composition analysis of female adolescent athletes: comparing six regression equations. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1993. 25: 648-653.
2. Position of the American Dietetic Association and the Canadian Dietetic Association: Nutrition for physical fitness and athletic performance for adults. *J. Am. Diet Assoc.* 1993. 93: 691-696.
3. Rodríguez F., A.A., Berral F., Muscle Mass Estimation of Appendicular Limb, for Dual Energy X Ray Absorciometry (DEXA). *Int. J. Morphol.* 2010. 28(4): 1205-1210.
4. Knechtle B, K.P., Rosemann T., Upper body skinfold thickness is related to race performance in male Ironman triathletes. *Int J Sports Med.* 2011. 32(1): 20-7.
5. Menaspá P, R.E., Bosio A, Carlomagno D, Riggio M, Sassi A., Physiological and anthropometric characteristics of junior cyclists of different specialties and performance levels. *Scand J Med Sci Sports.* 2012. 22(3): 392-8.
6. Vogt S., S.Y., Roecker K., Dickhuth HH., Schoberer U., Schmid A., Power output during the Tour de France. *Int J Sports Med.* 2007. 28(9): 756-61.
7. Stromme SB., I.F., Meen HD., Assessment of maximal aerobic power in specifically trained athletes. *Journal of Applied Physiology.* 1977. 42(6): 833-837.
8. Lamerts R., L.M., Swart J., Noakes T., Allometric Scaling of Peak Power Output Accurately Predicts Time Trial Performance and Maximal Oxygen Consumption in Trained Cyclists. *British Journal of Sports Medicine.* 2012. 46(1): 36-41.
9. Marfell-Jones M., O.T., Stewart A., Carter JEL., International standards for anthropometric assessment., in UNSW Press 2006: Sydney.
10. Bentley D., M.L., Thompson D., Vleck V., Batterham A., Peak power output, the lactate threshold and time trial performance in cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise.* 2001. 33(12): 2077-2081.
11. Roels B., S.L., Libicz S., Bentley D., Richalet JP., Millet G., Specificity of $\dot{V}O_2$ max and the ventilatory threshold in free swimming and cycle ergometry: comparison between triathletes and swimmers. *British Journal of Sports Medicine.* 2005. 39: 965-968.
12. C., D., Maximum aerobic power in relation to body composition in healthy sedentary adults. *Human Biology.* 1972. 44(1): 127-139.
13. Goran M., F.D., Hunter G., Herd S., Weinsier R., Total body fat does not influence maximal aerobic capacity. *International Journal of Obesity.* 2000. 24: 841-848.
14. Jaswant T., R.Y., Vivek S., Influence of body composition on the dimensions of $\dot{V}O_{2\max}$. *VSRD - TNTJ.* 2010. 1(2): 72-77.
15. Sadhan B., K.S., Sandhu J., Relationship between cardiorespiratory fitness, body composition and blood pressure in Punjabi collegiate population. *J. Hum. Ecol.* 2007. 22(3): 215-219.
16. Burns R., H.J., Brusseau T., Shultz B., Patricia E., Indices of abdominal adiposity and cardiorespiratory fitness test performance in middle-school students. *Journal of Obesity.* 2013: 1-8.
17. Sargeant A., D.C., Limb volume composition and maximum aerobic power output in relation to habitual "preference" in young male subjects. *Annals of Human Biology.* 1977. 4(1): 49-55.
18. Weyand P., C.K., Conley D., Higbie E., Peak oxygen deficit during one and two legged cycling in men and women. *Medicine and Science in Sports and Exercise.* 1993. 25(5): 584-591.
19. Perez-Gomez J., R.G., Ara I., Olmedillas H., Chavarren J., Gonzalez-Henriquez J., Calbet JA., Role of muscle mass on sprint performance: gender differences? *European Journal of Applied Physiology.* 2008. 102: 685-694.



Original/Deporte y ejercicio

Diferencias en la actividad física y la condición física entre los escolares de secundaria de dos programas curriculares oficiales de Bogotá, Colombia

Raúl Carrillo Cubides¹, Luis Gonzalo Aldana Alarcón² y Adriana Rocío Gutiérrez Galvis³

¹Licenciado en Educación Física y Deportes (Universidad Pedagógica Nacional); Maestrante en Ciencias y Tecnologías del Deporte y la Actividad Física (Universidad Manuela Beltrán), Profesor titular del área de Educación Física de la Secretaría de Educación Distrital de Bogotá. ²Profesional en Ciencias del Deporte y la Actividad Física (Universidad Manuela Beltrán), Profesor titular del área de Educación Física de la Secretaría de Educación Distrital de Bogotá. ³Fisioterapeuta (Universidad Nacional de Colombia), Maestría en Fisiología (Universidad Nacional de Colombia), Docente Investigadora Maestría en Ciencias y Tecnologías del Deporte y la Actividad Física (Universidad Manuela Beltrán), Colombia.

Resumen

Durante las últimas cinco décadas se han incrementado las prevalencias de sobrepeso/obesidad, inactividad física y/o baja capacidad cardiorrespiratoria en la población en edad escolar de diversas regiones del planeta, incluida la de Bogotá, Colombia. El objetivo general del estudio fue comparar la condición física y los niveles de actividad física de los estudiantes pertenecientes a dos programas curriculares de la red de colegios públicos de Bogotá, uno de los cuales incluye dos sesiones de actividad física a la semana de 90 minutos cada una. Se llevó a cabo un estudio de diferencia de grupos de corte transversal. Se evaluaron 178 niños del currículo regular y 170 pertenecientes al programa 40 x 40. La condición física se evaluó aplicando el protocolo de alta prioridad de la batería de test ALPHA -Fitness. Las medidas del peso, la talla, el perímetro de cintura, el salto de longitud, la fuerza prensil en ambas manos y la prueba de 20 metros ida y vuelta se realizaron en condiciones estandarizadas. Para evaluar los niveles de AF se utilizó la encuesta mundial de salud a escolares (GSHS). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el P-40x40 y el currículo regular en cuanto al peso, la talla, el índice de masa corporal, el perímetro de la cintura, la fuerza de prensión manual y la fuerza explosiva de los miembros inferiores. Sin embargo, la capacidad cardiorrespiratoria fue significativamente menor dentro del P-40x40. En conclusión, la participación en el programa curricular 40 x 40 no estuvo asociada a mejores niveles de condición física.

(Nutr Hosp. 2015;32:2228-2234)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9583

Palabras clave: Actividad física. Condición física. Composición corporal. Adolescentes. Escolares. Programas después de la escuela.

Correspondencia: Raúl Carrillo Cubides.
Universidad Manuela Beltrán, Bogotá, Colombia.
E-mail: proferaul1@hotmail.com/g1aldana@hotmail.com

Recibido: 6-VII-2015.
Aceptado: 7-VIII-2015.

DIFFERENCES IN PHYSICAL ACTIVITY AND IN PHYSICAL CONDITION BETWEEN SCHOOL AGE STUDENTS OF TWO PUBLIC CURRICULUM PROGRAMS IN BOGOTA, COLOMBIA

Abstract

During the past five decades there has been an increased in the prevalence of obesity and over weight, also in physical inactivity and /or low cardiorespiratory fitness within the population in school age from diverse regions of the planet, including Bogota-Colombia. The general objective of this study was to compare the physical condition and the levels of physical activity from students who belonged to two curriculum programs of the Public Schools Network from Bogota, one of which includes two sessions per week, each session of 90 minutes of physical activity. We developed a research of unlike cross-sectional groups.

There were 178 children evaluated from the regular curriculum and 170 kids belonging to the program 40 x 40. The physical condition was evaluated applying the protocol of high priority from the ALPHA -Fitness test Battery. The weight, height, body mass index, the waist circumference, the standing long jump, the handgrip in both hands and the motor fitness 20 meter shuttle run test were developed under standardized conditions. The Global School Health Survey (GSHS) was used to evaluate the levels of AF. No significant statistical differences were founded between P-40x40 and the regular curriculum regarding: weight, height, the body mass index, the waist circumference, the handgrip in both hands and the explosive strength in lower limbs. Nevertheless the cardiorespiratory fitness was significantly lower within de P-40x40. In conclusion the participation in the curricular program 40 x 40 was not associated with better levels of physical condition.

(Nutr Hosp. 2015;32:2228-2234)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9583

Key words: Physical activity. Fitness. Body composition. Teens. School age students. After school program.

Introducción

Las prevalencias de baja condición física (CF) e inactividad física (IF) se han incrementado en la población escolar durante las últimas 5 décadas. La capacidad cardiorrespiratoria (CRF por sus siglas en inglés) disminuyó un 0,46% cada año entre 1970 y 2003 en 37 países de todo el mundo¹. Por su parte, en el siglo XXI se gastan a diario alrededor de 600 calorías menos que a mediados del siglo pasado, según estudios llevados a cabo en Europa y Norteamérica². Es de resaltar además, en cuanto al aspecto morfológico de la CF, que el sobrepeso/obesidad afecta a un 10% de los escolares a nivel mundial, sin embargo en América la cifra asciende a un 30%³.

En Colombia, en cuanto al sobrepeso/obesidad, 1 de cada 6 sujetos en edad escolar lo padecen, la prevalencia aumentó un 25,9%⁴ en el último quinquenio; con respecto a la IF, al igual que en Brasil y otros países latinoamericanos tan solo el 15% de la población de 5 a 17 años cumplen con los requerimientos diarios de actividad física (AF)⁵, además, en el transcurso de los últimos 5 años se incrementó en un 4,4% el número de niños y adolescentes que dentro de su tiempo libre dedican entre 2 y 4 horas a realizar actividades sedentarias como ver televisión o jugar videojuegos⁴. Con relación a la CF, no se encontraron datos a nivel nacional, sin embargo en la ciudad de Cali, se reportó que la prevalencia de baja CRF es del 10%⁶, 30 puntos porcentuales por debajo de la reportada recientemente en estudios europeos⁷.

Lo anterior representa una grave problemática de salud pública, ya que la IF de la edad escolar tiende a permanecer hasta la adultez¹ aumentando la probabilidad de padecer Enfermedades Crónicas No Transmisibles (ECNT) de manera más temprana⁸; y una baja CF en niños y adolescentes constituye un potente factor de riesgo para padecimiento de enfermedades cardiovasculares en edades posteriores⁹. Dentro de este marco, los programas de AF después de la escuela (ASP por sus siglas en inglés) se han constituido como una de las estrategias de intervención. Un meta-análisis encontró que aunque las investigaciones al respecto son escasas, los ASP tienen un efecto moderado sobre los valores AF y bajo sobre los de CF de los adolescentes¹⁰. Estudios posteriores documentaron hallazgos similares¹¹.

Dentro de las fuentes consultadas no se encontraron estudios sobre este tipo de intervenciones en América Latina. A nivel nacional, el programa 40x40 (P-40x40) es el único ASP constituido como política pública¹². Se implementa en la ciudad de Bogotá en algunos colegios del sector oficial. Consiste en aumentar la jornada escolar de 30 a 40 horas semanales, 40 semanas al año. Teniendo en cuenta que uno de sus pilares es el mejoramiento de la salud y que trabaja sobre el componente de educación física recreación y deportes, el objetivo del presente trabajo de investigación fue establecer las diferencias en los valores de AF y CF, entre los escolares de 13 y de 14 años de la localidad de Usme benefi-

ciarios del P-40x40 y los escolares de dicha localidad que todavía no son beneficiarios del mismo o que hacen parte del programa regular (PR). Esto con miras a establecer indicios de su efectividad y retroalimentarlo.

Metodología

El estudio se realizó en la localidad de Usme - Bogotá, Colombia, con población escolar 13 y de 14 años de edad, perteneciente a 34 colegios urbanos inscritos en uno de los dos programas curriculares de la Secretaría de Educación Distrital. El PR con una jornada de 6 horas y el P-40x40 con una jornada de 8 horas. El P-40x40 se comenzó a implementar desde el año 2014 en 3 de los colegios, como complemento a la jornada escolar le ofrece a los adolescentes 2 sesiones semanales del componente de educación física recreación y deportes, cada una de 90 minutos efectivos de AF, dirigidas por profesores de educación física, llevadas a cabo tanto en los colegios como en los centros recreativos locales y desarrolladas por medio de unidades didácticas atletismo, bádminton, baloncesto, balonmano, esgrima, fútbol, fútbol de salón, gimnasia, judo, karate, levantamiento de pesas, natación, patinaje, porrismo, softball, taekwondo, tenis de campo, tenis de mesa, voleibol, y rugby¹². Se realizan además 3 sesiones semanales de otros componentes de tipo académico y artístico. Ambos programas se implementa a la par con un Programa de Alimentación Escolar (PAE) que le brinda hasta un 52% de los Requerimientos Diarios Nutricionales (RDM)¹³.

Se llevó a cabo un estudio de diferencia de grupos de corte transversal. Se realizó un muestreo aleatorio simple en las tres instituciones inscritas en P-40x40 (n=178). Para los 31 colegios restantes se aplicó un muestreo bietápico: Aleatorio simple (n=170) con estimativo de proporciones en conglomerados (7 colegios). Se utilizó un confiabilidad del 95%, un error de estimación del 5% y una probabilidad de ocurrencia de 0,9. Los datos fueron recolectados en octubre y noviembre de 2014, durante las clases de educación física. Tanto padres como estudiantes firmaron voluntariamente consentimientos y asentimientos informados, respectivamente. A cada participante se le aplicó el cuestionario PAR-Q, para descartar posibles impedimentos físicos.

La condición física se evaluó aplicando el protocolo de alta prioridad de la batería de test ALPHA-Fitness¹⁴. Las medidas del peso, la talla, la circunferencia de la cintura (CC), el salto de longitud a pies juntos, la fuerza prensil en ambas manos y la prueba de 20 metros ida y vuelta; se tomaron con un mínimo de ropa, bajo condiciones estandarizadas y con instrumentos homologados para el desarrollo de investigaciones biológicas en humanos¹⁵. Para evaluar los niveles de AF, se utilizó la encuesta mundial de salud a escolares (GSHS)¹⁶ aplicando las cuatro preguntas del módulo básico de AF.

Para cada uno de las variables se establecieron las medidas de tendencia central, y de dispersión. La normalidad de la distribución de los datos se estableció con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Se calcularon los percentiles 5, 25, 50, 75 y 95 para cada uno de los test. Se aplicó una prueba T de student de muestras independientes, con el fin de comparar los valores medios de CF y AF entre los dos programas curriculares. Se calculó además el Índice de Masa Corporal (IMC), y a partir de las tablas de referencia para la población colombiana de 5 a 17 años se clasificaron como sujetos con sobrepeso u obesidad a aquellos que obtuvieron puntuaciones $Z \geq 1.0$ y $Z \geq 2.0$ respectivamente.

Entre tanto, el exceso de adiposidad abdominal asociado al riesgo futuro de padecer concentraciones adversas de lípidos e insulina¹⁷, se determinó para sujetos que obtuvieron valores de circunferencia de cintura $\geq$ al percentil 90. Finalmente, se calculó el $VO_2\text{max}$ y el riesgo cardiovascular asociado: alto según los puntos de corte para adolescentes que establecen los estudios los españoles¹⁸ (42 ml.kg.min⁻¹ para hombres y para mujeres 38 ml.kg.min⁻¹ hasta los 13 años y 35 ml.kg.min⁻¹ desde los 14 años en adelante) y muy alto para valores de $VO_2\text{max} \leq$ al percentil 5⁷. El análisis estadístico se llevó a cabo con el software SPSS versión 22,0.

Resultados

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el P-40x40 y el PR en cuanto al peso, la talla, el IMC, el perímetro de la cintura, la fuerza de prensión manual y la fuerza explosiva de miembros inferiores (ver Tabla I) Sin embargo la capacidad cardiorrespiratoria fue significativamente menor dentro del P-40x40. En cuanto al sobrepeso/obesidad: en el PR 1 de cada 6 sujetos lo padece mientras que en el P-40x40 la proporción es 1 de cada 4; la prevalencia de las niñas se situó por encima de la de los niños, 3 puntos porcentuales en el PR y 1,3 en el P-40x40; en los niños, fue mayor a la edad de 13 años, se presentó en 1 de cada 4 sujetos del PR y 1 de cada 3 del P-40x40; en las niñas fue más alto a la edad de 14 años, se presentó en una de cada 4 del PR y en 1 de cada 3 del P-40x40.

En promedio en el PR 1 de cada 3 sujetos presenta riesgo cardiovascular futuro asociado a una baja CRF, mientras que en P-40x40 la proporción es 3 de cada 5 (ver Tabla II). El porcentaje de escolares con muy alto riesgo cardiovascular asociado a una muy baja CRF es más del doble en P-40x40 comparado con el PR (ver Tabla III). Los grupos con peor CRF fueron las niñas de 14 años y los niños de 13 años del P-40x40. En

Tabla I
Características de los escolares, por género y por programa y resultado de la prueba t de Student

	NIÑAS			NIÑOS		
	Programa regular (n=82)	Programa 40x40 (n=95)	t	Programa Regular (n=88)	Programa 40x40 (n=83)	t
Edad (años)	13,6 (0,5)	13,3 (0,5)	=	13,5 (0,5)	13,2 (0,5)	=
Peso (kg)	47,3 (7,9)	49,0 (7,6)	=	44,5 (9,7)	46,3 (9,4)	=
Talla (cm)	152,8 (6,0)	154,2 (6,0)	=	153, 5 (9,6)	154,5 (8,2)	=
IMC (kg/m ²)	20,2 (2,8)	20,5 (2,8)	=	18,6 (2,6)	19,2 (2,8)	=
PC (cm)	65,7 (5,9)	65,9 (7,9)	=	65,7 (6,3)	65,7 (7,7)	=
F. prensil (kg)	23,2 (3,5)	23,4 (4,3)	=	24,2 (7,3)	24,7 (5,8)	=
Salto (cm)	137,3 (20,6)	130,8 (26,0)	=	161,1 (21,4)	157,0 (25,8)	=
CN-20m (periodo)	3,5 (1,3)	2,7 (1,2)	<	5,5 (2,0)	4,3 (1,9)	<
Vo2max (ml.kg.min ⁻¹)	38,0 (3,5)	36,5 (2,8)	<	43,5 (5,1)	40,6 (4,9)	<

Los datos se expresan en valores medios y desviación estándar (SD). <, indica que el valor es significativamente menor en el programa 40x40 (p<0,05). =, representa que no existe diferencia estadísticamente significativa (p>=0,05) entre los programas.

Tabla II
Prevalencia de baja CRF por género y programa

	Femenino			Masculino			Total*
	13	14	13 y 14	13	14	13 y 14	
PR	23,3	42,2	36,5	51,2	23,4	33,3	36,4
PC 40X40	57,8	47,3	53,6	71,6	53,3	65,5	58,9

Los valores corresponden a porcentajes. *Valor que expresa la prevalencia agrupada de masculino y femenino.

Tabla III
Prevalencia de muy baja condición física por programa género

	Programa regular					Programa 40x40				
	Femenino		Masculino		Total	Femenino		Masculino		Total
Edad	13	14	13	14		13	14	13	14	
CN-20m*	3,3	1,9	4,8	8,5	4,7	10,5	15,7	18,6	13,3	14,6
F. prensil*	0	3,8	7,3	4,2	4,1	7,0	5,2	1,8	3,3	4,4
Salto*	0	1,9	4,8	2,1	2,3	8,7	7,8	3,7	6,6	6,7
PC**	6,6	5,7	7,3	6,3	6,4	10,5	13,3	15,7	13,3	12,3

Los valores corresponden a porcentajes.

*Expresa el porcentaje de escolares que tienen una condición física igual o inferior al percentil 5.

** Expresa el porcentaje de escolares que tienen un perímetro de cintura igual o superior al percentil 90.

cuanto a la AF no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos programas en los valores medios de horas semanales. Sin embargo, en el PR el 84,3% de los niños y el 89,7% de las niñas realizan menos de una hora diaria de AF, para un total del 87,2%; y en el P-40x40 quienes realizan menos de una hora diaria de AF corresponden a un 76,9% de los niños y a un 86,1% de las niñas, para un total de 81,2%. En ambos programas la mitad de los sujetos permanecen sentados más de tres horas diarias. Entre tanto, quienes se mantienen sentados por más de 5 horas al día son: en el PR el 9,2% de los niños y el 46,5% de las niñas, para un total de 19,4%; y en P-40x40 el 12,3% de los niños y el 27,8% de las niñas, para un total del 20,4%.

Discusión

Los ASP que han reportado mejores resultados en términos de efectividad en las variables estudiadas, CF y niveles AF, lo han conseguido con una media de 274,5 minutos acumulados de intervención a la semana¹⁰, mientras el P-40x40 apenas acumula 180 minutos a la semana. De hecho las intervenciones que reportan menor cantidad de minutos de AF que el propio P-40x40 tenían por lo menos 1 sesión de trabajo a la semana sobre un componente educativo de temas relacionados con los hábitos de vida saludables en los cuales se incluía a padres, estudiantes y otros miembros de la comunidad¹⁹.

De otra parte, podemos analizar que tanto afectaron los niveles de AF el comportamiento sedentario de los estudiantes en cada uno de los programas, especialmente si se tiene en cuenta que se presumirá una relación inversamente proporcional entre estos dos comportamientos²⁰. Los resultados confirman esta tendencia, pues reportan que un 29,4% de los estudiantes del PR pasaron más de 5 horas al día viendo televisión frente a un 20,6% de estudiantes del P-40x40. Este tipo de hallazgo es relevante pues podría indicar que el aumento de los niveles de AF es una buena estrategia para competir con formas de ocio sedentario como la exposición a las pantallas.

En el caso del estudio, se reportó que aunque el promedio de horas AF semanal es 3 para ambos programas los jóvenes del P-40x40 fueron más activos, mostrando que un 18% cumplen la recomendación de realizar 1 hora diaria de AF frente a un 10,3% del PR. Tal diferencia puede estar dada porque la asistencia al programa logra aumentar dos días de AF, evidenciando mejores resultados en esta variable. No obstante, se mantiene la tendencia encontrada en otros estudios¹⁰ sobre la baja a moderada influencia de algunos ASP sobre los niveles de actividad física.

En cuanto a las prevalencias de baja CRF y de sobrepeso /obesidad, fueron mayores en el PC 40x40 en un 61,8% y en un 58,75% respectivamente. Del mismo modo, tanto el riesgo elevado de padecer enfermedad cardiovascular en la edad adulta, como el riesgo de padecer concentraciones adversas de lípidos e insulina; fueron mayores en el P-40x40, tres veces y dos veces respectivamente. Los anteriores resultados presentan una relación lógica, pues los adolescentes con una baja CRF comúnmente tienen un IMC, unos porcentajes de tejido graso y CC significativamente mayores que aquellos que tienen una CRF alta²¹. Aunque el sobrepeso/obesidad no siempre implica una baja capacidad de consumo de oxígeno²², es claro que están inversamente relacionados, ya que cuanto mayor es el excedente de grasa, mayor es la carga interna que se debe soportar durante el ejercicio²¹.

Por su parte, los valores más elevados de IMC y CC, en el P-40x40 podrían estar determinado por el componente nutricional, varios estudios sugieren²³ que las intervenciones tendientes a mejorar la composición corporal no solo deben incluir la actividad física, sino el control dietético, a través de una merienda saludable que incluya frutas, jugos y verduras. Así lo evidenció la tendencia lineal negativa y significativa entre la asistencia al *Fitkid Project*, y el porcentaje de grasa. Esta intervención incluía además de las 5 sesiones de actividad física a la semana una merienda saludable, mostrando que la efectividad depende de la combinación de estos dos aspectos: actividad física y dieta²⁴.

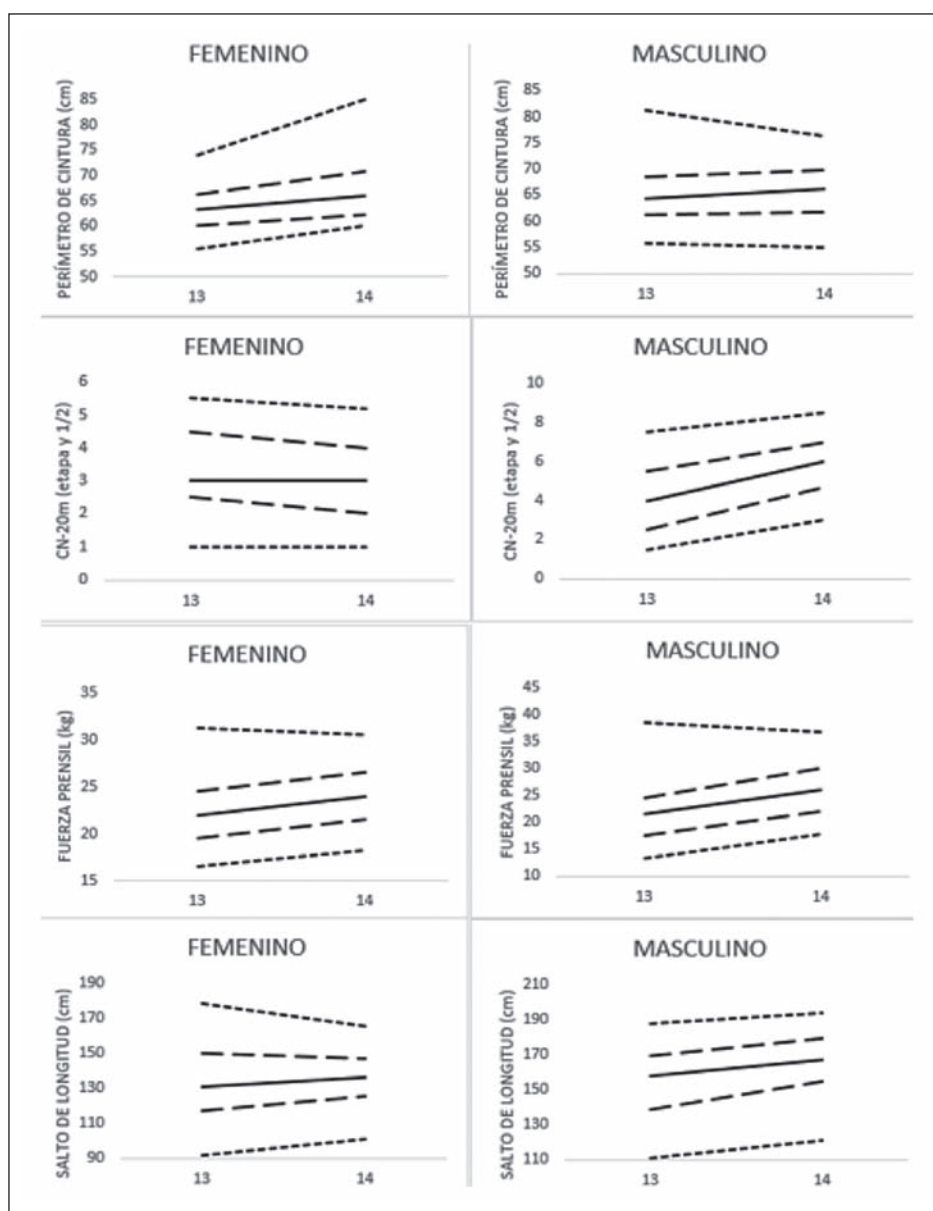


Fig. 1.—Niveles de condición física de adolescentes de la localidad de Usme, líneas de percentiles (P5, P25, P50, P75, P95).

En este sentido, es importante mencionar, que en la localidad de Usme se implementa el Programa de Alimentación Escolar (PAE), propio de la SED, el cual aporta de un 22% hasta un 52% de la Recomendación Diaria Nutricional (RDN)¹³ establecida por el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF), dependiendo de que las instituciones educativas cuenten con restaurante o hagan parte del P-40x40. En el PR el 78,2% de los colegios brindan un refrigerio que asegura un aporte del 22,0% de la RDN, mientras que el 21,8% restante, además del refrigerio brinda el desayuno a los estudiantes de la jornada de la mañana y el almuerzo a los de la jornada de la tarde, por lo que el aporte de la RDN aumenta hasta un 52,0%¹³. En el P-40x40 el 33% de los colegios ofrece el desayuno o el almuerzo más un refrigerio, y en el 66% restante un refrigerio más una me-

rienda caliente, lo que le garantiza a los adolescentes un aporte del 44% y del 52% de la RDN, respectivamente. En síntesis, el consumo de calorías por cuenta del PAE, es dos veces mayor en el P-40x40 con respecto al PR.

Por lo anterior, es posible que entre ambos programas se estén generando diferencias en los niveles de consumo calórico diario, en el balance energético y por ende en los valores de IMC y CC. De hecho, un estudio²⁵ reveló que en el colegio Salud Coop de Bogotá la prevalencia de sobrepeso/obesidad se incrementó en 3,4 puntos porcentuales en el transcurso de dos años, mientras fue beneficiario del PAE completo, que ofrece almuerzo o desayuno más refrigerio; posteriormente, por un periodo de un año suspendieron el comedor escolar retomando el programa que ofrece solamente refrigerio, en este lapso la prevalencia de sobrepeso/

obesidad se incrementó en 0,5 puntos porcentuales. Una posible explicación para este hecho, es que el PAE al estar regido por el principio de universalidad brinda apoyo alimentario sin exclusión, sin embargo algunos adolescentes matriculados en los colegios públicos no están en situación de vulnerabilidad, el 62% refieren llevar onces y/o dinero al colegio²⁵. Sumado a esto, la asistencia diaria a los comedores no es del 100%, por lo que a algunos sujetos se les brinda dos o hasta tres raciones de alimento ya que los excedentes no logran ser reubicados²⁵.

Con respecto a otras poblaciones abordadas en 5 estudios^{7,18,26,27,6}, que utilizaron los mismos puntos de corte para determinar la prevalencia de baja CRF, los adolescentes del P-40x40 tuvieron los valores más elevados para ambos géneros, seguidos por las muestras argentina²⁷ y europea⁷. Entre tanto, el PR tiene la cuarta prevalencia más alta, con valores muy cercanos a los de la muestra estadounidense²⁶, 6,5 y 2,3 puntos porcentuales de diferencia, para niñas y niños respectivamente. Por otro lado, al realizar la comparación entre percentiles, se evidencia que en la CRF los resultados de la mujeres están cercanos a los obtenidos por los adolescentes españoles¹⁸, siendo por ejemplo el P50 en ambos caso para las mujeres de 13 años el palier 3, y en el caso de las mujeres de 14 años el 3,5, es decir aventajando a las mujeres del estudio por medio palier en el mismo P.50.

Una de las fortalezas del estudio fue estimar los valores de CF de los escolares de 13 y de 14 años de la localidad de Usme (ver Fig. 1), los cuales pueden ser utilizados como puntos de referencia en dicha población para hacer diagnósticos individualizados de la CF, o para evaluar el grado de sensibilidad de los sujetos a futuras intervenciones de acuerdo a sus niveles de progreso dentro de las escalas de percentiles. Además, determinar las prevalencias de IF, sobrepesos y baja CRF resulta esencial para el diseño de intervenciones en salud, oportunas y efectivas.

Dentro de las limitaciones, al tratarse de un estudio descriptivo no se pueden establecer relaciones de causalidad entre el P-40x40 y la AF y CF de los escolares, pues no se tiene certeza sobre sus características al ingresar a dicho programa. Sumado a esto, la encuesta GSHS, a pesar de ser un instrumento de reconocida confiabilidad y validez²⁸ para medir la frecuencia y el tiempo de AF, no mide la intensidad y tampoco es ajeno a limitaciones propias de los autorreportes, en donde la respuesta de los sujetos pueden estar influenciadas por factores como conveniencia, prejuicios sociales, memoria y coherencia²⁹. De tal manera que futuras investigaciones podrían incluir la medición de la intensidad de la AF por día y discriminar cuánto tiempo del total de cada sesión se destina a determinado régimen de AF^{23,11,30}.

Finalmente, los datos del estudio dan indicios de una baja efectividad del P-40x40, especialmente si se tiene en cuenta que uno de sus pilares es la conservación de la salud¹². Sus resultados fueron pobres, incluso siendo superados por los estudiantes pertene-

ciente al PR. De tal manera que si se le compara con otras intervenciones, la relación costo beneficio no es muy buena, y se concluye que los resultados de este estudio podrían retroalimentar al programa para optimizarlo.

Referencias

1. Tomkinson GR, Léger LA, Olds TS, Cazorla G. Secular trends in the performance of children and adolescents (1980-2000): an analysis of 55 studies of the 20m shuttle run test in 11 countries. *Sports Med.* 2003; 33(4): 285-300. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12688827>.
2. Boreham C, Riddoch C. The physical activity, fitness and health of children. *J Sports Sci.* 2001; 19(12): 915-929. doi:10.1080/026404101317108426.
3. Lobstein T, Baur L, Uauy R. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obes Rev.* 2004; 5: 4-85. doi:10.1111/j.1467-789X.2004.00133.x.
4. Instituto nacional de salud. *Encuesta Nacional de Situación Nutricional En Colombia: Resumen Ejecutivo*; 2010. <http://www.icbf.gov.co/portal/page/portal/PortalICBF/Normatividad/ENSINI/ENSIN2010/Resumenfi.pdf>.
5. Piñeros M, Pardo C. Actividad física en adolescentes de cinco ciudades colombianas: resultados de la Encuesta Mundial de Salud a Escolares. *Rev Salud Pública.* 2010; 12(6): 903-914. doi:10.1590/S0124-00642010000600003.
6. Aguilar AC, Pradilla A, Mosquera M, et al. Percentiles de condición física de niños y adolescentes de Santiago de Cali, Colombia. *Biomedica.* 2011; 31: 242-249.
7. Ortega F, Artero E, Ruiz J, et al. Physical fitness levels among European adolescents: the HELENA study. *Br J Sports Med.* 2011; 45(1): 20-29. doi:10.1136/bjsm.2009.062679.
8. OMS. *Recomendaciones Mundiales de Actividad Física Para La Salud.*; 2010. http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789243599977_spa.pdf.
9. Ruiz JR, Castro-Piñero J, Artero EG, et al. Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2009; 43: 909-923. doi:10.1136/bjsm.2008.056499.
10. Beets MW, Beighle A, Erwin HE, Huberty JL. After-school program impact on physical activity and fitness: a meta-analysis. *Am J Prev Med.* 2009; 36(6): 527-537. doi:10.1016/j.amepre.2009.01.033.
11. Shhuna JR J, Lauersdorf R, Behrens T, Liguori G, Liebert M. An Objective Assessment of Children's Physical Activity During the Keep It Moving! After-School Program. *J Sch ...* 2013; 83(2): 105-112. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/josh.12005/full>. Accessed April 24, 2014.
12. Distrital S de E. *Política Currículo Para La Excelencia Académica Y La Formación Integral - 40x40*; 2013: 1-15.
13. Ministerio de educación nacional. Lineamientos técnico administrativos del programa de alimentación escolar – PAE; 2015. <http://www.sedvaupes.gov.co/planeamiento/documentos/PAE/LINEAMIENTOS%20PAE%202015.pdf>
14. Ruiz J., España V, Castro J, et al. Batería ALPHA-Fitness: test de campo para la evaluación de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes. *Nutr Hosp.* 2011; 26(6): 1210-1215. doi:10.3305/nh.2011.26.6.5270.
15. Bustamante DDLJ. Aspectos nutricionales en la insuficiencia renal. 2008.
16. ENCUESTA MUNDIAL DE SALUD A ESCOLARES / Encuesta Mundial de Salud a Escolares (GSHS) Preguntas de Expansión del Módulo Básico de Alcohol y Otras Drogas. 2013; (January): 1-30.
17. Aeberli I, Gut-Knabenhans I, Kusche-Ammann RS, Molinari L, Zimmermann MB. Waist circumference and waist-to-height ratio percentiles in a nationally representative sample of 6-13 year old children in Switzerland. *Swiss Med Wkly.* 2011; 141(July): 1-6. doi:10.4414/smw.2011.13227.

18. Ortega F, Ruiz J, Castillo M. Bajo nivel de forma física en los adolescentes españoles. Importancia para la salud cardiovascular futura (Estudio AVENA). *Rev española* 2005; 58(8): 898-909. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300893205739890>. Accessed April 23, 2014.
19. Hermann JR, Parker SP, Brown BJ, Siewe YJ, Denney B a., Walker SJ. After-School Gardening Improves Children's Reported Vegetable Intake and Physical Activity. *J Nutr Educ Behav.* 2006; 38(412): 201-202. doi:10.1016/j.jneb.2006.02.002.
20. Metcalf B, Henley W, Wilkin T. Effectiveness of intervention on physical activity of children: systematic review and meta-analysis of. *BMJ.* 2012; 5888 (September): 1-11. doi:10.1136/bmj.e5888.
21. Casajus JA, Leiva MT, Ferrando JA, Moreno L, Aragonés MT, Ara I. Relación entre la condición física cardiovascular y la distribución de grasa en niños y adolescentes. *Apunt Med L'Esport.* 2006; 149: 7-14.
22. Blair SN. Physical inactivity: the biggest public health problem of the 21st century. *Br J Sports Med.* 2009; 43(1): 1-2. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19136507>.
23. Coleman KJ, Geller KS, Rosenkranz RR, Dziewaltowski DA. Physical activity and healthy eating in the after-school environment. *J Sch Health.* 2008; 78(12): 633-640. doi:10.1111/j.1746-1561.2008.00359.x.
24. Gutin B, Yin Z, Johnson M, Barbeau P. Preliminary findings of the effect of a 3-year after-school physical activity intervention on fitness and body fat: the Medical College of Georgia Fitkid Project. *Int J Pediatr Obes.* 2008; 3 Suppl 1: 3-9. doi:10.1080/17477160801896457.
25. Vargas D. Análisis de un programa público: El caso de un comedor escolar en Bogotá. 2013.
26. Lobelo F, Pate RR, Dowda M, Liese AD, Ruiz JR. Validity of cardiorespiratory fitness criterion-referenced standards for adolescents. *Med Sci Sports Exerc.* 2009; 41(6): 1222-1229. doi:10.1249/MSS.0b013e318195d491.
27. Secchi D, Espa V. Condición física y riesgo cardiovascular futuro en niños y adolescentes argentinos: una introducción de la batería ALPHA Physical fitness and future cardiovascular risk in argentine. 2014; 112(2): 132-140.
28. OMS. *Encuesta Mundial de Salud a Escolares Global School-Based Student Health Survey (gshs) Modulos Del Cuestionario Básico 2013 Final.*; 2013: 10. <http://www.cdc.gov/gshs/questionnaire/index.htm>.
29. Nathalie M, Robinson E. Mayra Nathalie Español-Moya y Robinson Ramírez-Vélez. Validación del Cuestionario. 2014: 271-278.
30. Gesell SB, Sommer EC, Lambert EW, et al. Comparative effectiveness of after-school programs to increase physical activity. *J Obes.* 2013; 2013: 576821. doi:10.1155/2013/576821.



Original/Deporte y ejercicio

Hábitos de entrenamiento en mujeres piloto de élite internacional

Marta Martín, Esther Blasco, María Fargueta, Rafael Olcina y Cristina Monleón

Facultad de CC de la Actividad Física y del Deporte. Universidad Católica de Valencia "San Vicente Mártir", España.

Resumen

Introducción: son escasos los estudios sobre el motociclismo profesional.

Objetivo: el objetivo de este trabajo es analizar los hábitos de entrenamiento de 18 mujeres piloto de nivel internacional y sus antecedentes deportivos, historial médico de lesiones y dolencias.

Método: los datos se recogieron a través de un instrumento diseñado de 20 ítems para mujeres piloto. Se registró información sobre la edad, nivel deportivo en deportes de motor, frecuencia, duración y tipo de entrenamiento, lesiones y dolor muscular.

Resultados: los resultados muestran que, a pesar de las pocas horas de entrenamiento, las piloto conciben que tienen un estado físico normal o incluso bueno. Es llamativa la ausencia de entrenamiento mental o táctico y la falta de controles y revisiones médicas. Se encontraron correlaciones positivas en variables relacionadas con el dolor.

Conclusiones: el motociclismo requiere un entrenamiento específico, controlado y planificado, así como un seguimiento médico y dietético a través de un equipo de entrenamiento multidisciplinario.

(Nutr Hosp. 2015;32:2235-2241)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9677

Palabras clave: Motociclismo. Mujeres. Hábitos. Entrenamiento. Lesión.

Introducción

En la actualidad, existe una estrecha relación entre ciencia y rendimiento deportivo, dado el alto nivel de exigencia requerido a los deportistas de todas las modalidades. En el caso del motociclismo, este requerimiento es muy elevado debido a las altas velocidades a las que se ven sometidos los pilotos¹. El motociclismo es inherentemente peligroso siendo necesario reducir el daño

TRAINING HABITS OF FEMALE INTERNATIONAL ELITE MOTORCYCLIST

Abstract

Introduction: there are few studies about the professional Motorcycle.

Objective: the aim of this work is to analyze the training habits of 18 female motorcyclists of international level and to know the history about the practice of sport, the medical history of injuries and their ailments.

Method: data collection was performed using a 20-item instrument designed for women riders. It was collected about age, performance level of motor sport, frequency, duration and type of training, injuries and muscle pain.

Results: the results show that despite a few hours of training, the riders conceived that they have a normal or even a good physical condition. Particularly striking are the absence of mental or tactical training and the lack of medical checks and reviews. Positive correlations were found in the variables of pain.

Conclusions: the motorcycling requires a specific, controlled and planned training and medical monitoring and dietetic through multidisciplinary team training.

(Nutr Hosp. 2015;32:2235-2241)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9677

Key words: Motorcycling. Female. Habits. Training. Injury.

de los pilotos. Sin embargo, a pesar de la popularidad y del peligro del motociclismo, pocos estudios se han llevado a cabo para evaluar las características fisiológicas de los motociclistas².

Los entrenadores y deportistas de todas las disciplinas, tienen un objetivo común, optimizar el conocimiento sobre los procesos que conducen a alcanzar los mejores niveles de performance, así como profundizar en el análisis de todas las variables que envuelven su desarrollo. Por lo tanto, el rendimiento deportivo, no solo depende de las capacidades físicas o condicionales, sino de multitud de factores ligados y dependientes entre sí, siendo la óptima conjunción entre ellos lo que determina el nivel de rendimiento deportivo^{3,4,5,6,7}. Además las motocicletas y vehículos todo terreno parecen producir diferentes mecanismos de lesión⁸.

En este sentido, hay una escasa información sobre perfiles fisiológicos de pilotos siendo de importancia la carga física a la que se ven sometidos en aceleraciones,

Correspondencia: Marta Martín Rodríguez.
Universidad Católica de Valencia "San Vicente Mártir".
Facultad CC Actividad Física y Deporte.
C/ Ramiro de Maeztu 14.
46900 Torrent (Valencia), España.
E-mail: marta.martin@ucv.es

Recibido: 23-VII-2015.

Aceptado: 17-VIII-2015.

desaceleraciones bruscas y en el control de la moto en diferentes situaciones (rectas y curvas), de tal forma que, el rendimiento en el motociclismo va a depender tanto de las características de las motocicletas como de las propias capacidades de los pilotos⁸. Estos mismos autores destacan la escasa investigación que se ha prestado a las capacidades de los pilotos en comparación a la tecnología de la equipación de las motos.

Por este motivo, y con el objetivo de intentar optimizar este nivel de desarrollo de las diferentes capacidades que modulan el rendimiento, cobra vital importancia el concepto de preparación del deportista. Entendiendo el proceso de entrenamiento, tal y como indicó Matveiev³, como una forma fundamental del proceso de preparación que consiste en un proceso sistemático y planificado, basado en el conocimiento científico (aspectos pedagógicos, procesos de aprendizaje, modificaciones de conducta, adaptaciones fisiológicas,...).

Este concepto es nuestro punto de partida, para poder profundizar en el conocimiento de los hábitos deportivos de las pilotos y todos los factores que van a influir en mayor o menor medida en su rendimiento. Algunos estudios⁹ muestran la importancia de una óptima aptitud física con el fin de retrasar la fatiga debido a las grandes cargas a las que se ven sometidos. En este sentido, destacan la necesidad de programas de formación adecuados para pilotos. Para ello, se ha de tener presente el concepto de hábito deportivo que tienen los pilotos, ya que, tal y como indican algunos autores¹⁰, la información que disponen es escasa a pesar de la importancia que tiene este conocimiento para la mejora del rendimiento. Aunque se ha de señalar que cada vez son más los pilotos que cuentan entre su equipo técnico con un preparador físico, no todos siguen los mismos patrones de trabajo, ni los mismos métodos o medios de entrenamiento, por lo que es necesario profundizar en el conocimiento de los hábitos deportivos que rodean a estas profesionales para poder establecer pautas de entrenamiento cada vez más acordes y específicas del deporte. Por lo tanto, para poder conseguir este fin se necesitarían más investigaciones para dilucidar las exigencias físicas en cuanto a intensidad y duración. Este trabajo ofrecería una idea sobre las diferencias entre los tipos de vehículos y las diferencias asociadas a los perfiles fisiológicos de los corredores¹¹. Sobre todo, no se puede obviar el hecho de la cantidad de variables externas que influyen en la práctica del motociclismo, entre ellas la gran incidencia lesional a la que están sometidos. En esta línea hay una gran cantidad de investigaciones que examinan las lesiones en diferentes modalidades dentro del ámbito del motor, como el motocross, considerándolas modalidades con un riesgo inherente, tanto en la gravedad alta de lesiones como en los altos ratios de mortalidad^{11,12}. En este sentido, se ha señalado que entre las lesiones más frecuentes se destacan las fracturas, seguido con una gran diferencia en incidencia lesiva las lesiones ligamentosas, luxaciones y de tejidos blandos¹².

En esta línea, se ha de resaltar que el motociclismo es el deporte individual junto con el snowmobile que

mayor incidencia lesional presenta respecto a 35 deportes estudiados¹³, presentando un ratio lesional de 15, en contra del balonmano, como deporte colectivo de 14. Este hecho junto al desconocimiento general de esta modalidad deportiva, son el punto de partida de este estudio donde se ha querido profundizar en el conocimiento de los hábitos contextuales de entrenamiento y lesivos de mujeres pilotos profesionales de la modalidad de motociclismo a nivel mundial.

Métodos

Muestra

En este estudio se ha contado con una muestra de 18 pilotos femeninas a nivel internacional (25,76 ± 2,45 años) todas ellas coincidentes en el training camp de Road Racing para mujeres organizado en octubre en el circuito de Albacete en España. Las participantes de este training camp de la historia organizado por la Federación Internacional de Motociclismo de Road Racing en 2013 fueron de 24 pilotos de 10 diferentes países.

En su totalidad, todas las pilotos consintieron participar en el estudio mediante la aceptación y firma de un consentimiento voluntario firmado, además señalar que todos los procedimientos descritos en este estudio cumplen los requisitos establecidos en la declaración de Helsinki 1975 revisada en 2013.

Instrumentos

El instrumento de recogida de datos fue un inventario elaborado de forma específica para esta población diseñado con el objetivo de conocer los antecedentes y datos personales acerca de la práctica deportiva, el historial clínico de lesiones sufridas por esta población, así como sus dolencias.

El inventario consta de 20 ítems, de los cuales 2 están destinados a aspectos personales como el género y edad, 8 ítems reflejan el nivel de práctica deportiva del motor como la frecuencia, duración y tipo de entrenamiento que realizan, 1 ítem muestra si sufren lesiones y a que son debidas, 3 ítems expresados en forma de escala de percepción que permiten conocer si existen posibles dolores musculares en esta población. Así como 6 ítems que analizan los entrenamientos mentales, dieta, suplementación, etc.

Procedimiento

Todas las participantes pilotos cumplieron el consentimiento informado y el inventario antes de las sesiones de entrenamiento, en las mismas condiciones, con el propósito de que no se vieran influenciadas las respuestas por factores externos, tales como la fatiga mental y física, la posición conseguida, el dolor tras

los entrenamientos con el objetivo de poder profundizar en el mayor conocimiento de los hábitos deportivos que rodean a esta muestra tan específica.

A parte de esto, se ha de señalar que con el objeto de poder contrastar los resultados obtenidos en las pilotos se ha pasado un inventario modificado a un mismo número de mujeres sedentarias (21,86 + 2,8 años), las cuales un 77% hace mínimo un año que no practican ningún tipo de deporte. Estos datos de mujeres sedentarias permiten obtener datos más clarificadores de esta población de deportistas profesionales.

Análisis estadístico de los datos

Dada la especificidad de la muestra, se ha realizado la prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar la distribución normal de las variables del inventario. Todas las variables analizadas presentan una distribución normal para este estadístico, determinando el uso de estadística paramétrica. A continuación se procedió a realizar los descriptivos y frecuencias de las variables estudiadas para la población de pilotos y lo mismo para la población de sedentarias, así como correlación de Pearson entre las diferentes variables analizadas (variables de dolor y hábitos deportivos). Por último, se han correlacionado las variables estudiadas en función del grupo analizado. Todos los análisis han sido desarrollados con el software estadístico SPSS versión 22.0 (IMB, Somers, NY, USA) para Windows.

Resultados

Los datos concernientes a los descriptivos de las horas dedicadas al entrenamiento y las interferencias del

dolor en función el grupo analizado, están detalladas en la tabla I. Los datos muestran 3 horas de medias de entrenamiento semanal, aumentándose esta cantidad en periodo competitivo (5,29 h). Respecto a los datos relativos a la interferencia del dolor se puede observar una gran diferencia entre los 2 grupos estudiados.

Como se puede observar en la tabla II, el 46,2% de las pilotos dedican entre 1 y 2 días semanales a entrenar, no aumentando la cantidad de horas en periodo de competición. Se destaca que el 50% consideran normal su condición física. Un dato a recalcar es el alto porcentaje de deportistas que realizan una preparación física específica (88,9%) así como un entrenamiento complementario con una intensidad que oscila entre moderado e intenso. Respecto a los datos obtenidos de los entrenamientos tácticos y mentales más del 50% en ambos casos destaca que no realizan. Asimismo, se presta poca atención a los estiramientos ya que el 50% manifiesta realizar “a veces” estiramientos.

Concerniente a los datos relativos a las lesiones, se presentan en la tabla III. Se puede observar como el 88,9% presenta lesiones deportivas siendo la zona clavicular la más afectada (75%). Además, el 78,6% manifiesta que las caídas es el principal motivo de lesión siendo las roturas el principal tipo de lesión (33,3%). Respecto a los dolores que padecen, un alto porcentaje (77,8%) está sometido alguna vez a dolores sin una predominancia clara de las localizaciones analizadas.

Los datos expuestos en la tabla IV muestran el escaso porcentaje de hábitos nutricionales y médicos. De esta manera, más del 77% de las deportistas manifiesta no realizar un control médico ni revisiones médicas y más del 90% no se realiza pruebas de esfuerzo y analíticas. En este sentido, el 55,6% declara no llevar una dieta.

Tabla I
Descriptivos en función del grupo de interferencias del dolor y horas de entrenamiento

<i>Grupo</i>	<i>Variables</i>	<i>n</i>	<i>Media</i>	<i>DT</i>
Pilotos	Horas de entrenamiento semanal	18	3	2,28
	Horas de entrenamiento semanal periodo competitivo	18	5,29	5,7
	Intensidad del dolor	17	4,12	2,25
	Interferencia del dolor en actividad general	18	2,89	3
	Interferencia del dolor en competición	18	4,06	3,08
	Interferencia del dolor en el estado de ánimo	18	3,11	2,78
	Interferencia del dolor en el sueño	18	2,89	3,72
Sedentarios	Intensidad del dolor	20	2,62	2,08
	Interferencia del dolor en actividad general	20	1,43	2,27
	Interferencia del dolor en el estudio	20	0,95	1,65
	Interferencia del dolor en el estado de ánimo	20	1,43	2,5
	Interferencia del dolor en el sueño	20	0,57	0,93

Tabla II
Frecuencias de hábitos deportivos en las pilotos

<i>Grupo</i>	<i>Variables de entrenamiento</i>		<i>%</i>
Pilotos	Experiencia en motociclismo	>6 años de experiencia	66,7
	Días de entrenamiento semanal	1-2 días	46,2
	Aumento número de horas en competición	No	53,3
	Percepción de la condición física	Regular	5,6
		Normal	50
		Buena	33,3
		Muy buena	16,7
	Preparación física	Sí	88,9
	Entrenamiento complementario	2-3 veces/semana	37,5
		4-5 veces/semana	31,3
	Intensidad del entrenamiento complementario	Ligero	6,3
		Moderado	37,5
		Intenso	38,9
		Muy intenso	18,8
	Duración entrenamiento complementario	Menos de 45 minutos	12,6
		De 45 a 60 minutos	25
		De 60 a 90 minutos	37,5
		Más de 90 minutos	25
	Entrenamientos tácticos	Sí presenta	16,7
		No presenta	83,3
	Entrenamientos mentales	Sí presenta	38,9
		No presenta	61,1
	Estiramientos	A veces	50
		Siempre	44,4
		Nunca	5,6
	Entrenador motociclismo	Sí presenta	33,3
		No presenta	66,7
	Practica otros deportes	Sí	55,6
		No	44,4

Se han encontrado correlaciones positivas en las variables de dolor (Tabla V). La intensidad del dolor muestra una correlación con las interferencias de éste sobre la actividad general ($r=,538$), la competición ($r=,597$), el estado de ánimo ($r=,551$) en el que se encuentran y el sueño ($r=,555$). Estos datos indican que aquellas deportistas con mayor dolor, a su vez presentan mayor interferencia.

El análisis correlacional entre las pilotos y el grupo control (mujeres sedentarias) muestra correlaciones positivas únicamente en variables de dolor tales como la intensidad del dolor ($r=,337$), la interferencia en competición/vida diaria ($r=,549$) y en el

sueño ($r=,413$), mostrando una mayor intensidad e interferencia en las pilotos que en el grupo de las sedentarias.

Discusión

El control del entrenamiento deportivo es un factor fundamental para la mejora de la calidad de vida de los deportistas de elite y para la mejora de su performance, así como para evitar posibles lesiones o mecanismos lesivos. En este sentido, esta mejora del rendimiento deportivo no solo va a depender de

Tabla III
Frecuencias de lesiones y dolores en las pilotos

<i>Grupo</i>	<i>Variables lesivas y del dolor</i>		<i>%</i>
Pilotos	Lesión	Si padece	88,9
		No padece	11,1
	Zona afectada de lesión	Clavicular	75
		Fémur	25
	Tipo de Lesión	Roturas	33,3
		Combinadas (roturas y ligamentosas)	11,1
		Otras	22,2
	Motivos de Lesión	Entrenamiento	14,3
		Caídas	78,6
		Otros	7,1
	Frecuencia del dolor	Nunca	16,7
		Algunas veces	77,8
		Siempre	5,6
	Dolor en cervicales	Sí realiza	22,2
		No realiza	77,8
	Dolor en lumbares	Sí presenta	16,7
		No presenta	83,3
	Dolor en cintura escapular	Sí presenta	27,8
		No presenta	72,2
	Dolor en rodilla	Sí presenta	11,1
		No presenta	88,9
	Dolor en antebrazo	Sí presenta	27,8
		No presenta	72,2
	Dolor en aductores	Sí presenta	23,1
		No presenta	76,9
	Dolor en tobillo	Sí presenta	5,6
		No presenta	94,4
	Dolor en otras zonas	Sí presenta	77,8
		No presenta	22,2

las capacidades condicionales sino de otras muchas variables influyentes en este proceso³. Dado que el deporte objeto de nuestro estudio no presenta muchas evidencias científicas al respecto¹⁰, lo que se ha pretendido en este estudio es profundizar en el conocimiento de estas variables, especialmente en mujeres pilotos.

Por lo que, en primer lugar se ha de indicar que las horas de entrenamiento semanal dedicadas por las pilotos es considerablemente baja. Sin embargo, en periodo competitivo se produce un aumento de horas que puede deberse a un aumento del entrenamiento específico¹⁰.

Pese a las pocas horas de entrenamiento, ellas conciben que tienen una normal o buena condición física; este hecho denota una percepción baja dado que son deportistas de alto nivel y las exigencias físicas a las que están sometidas son muy altas. De hecho, un estudio⁸ indica que, los conductores de motocross no mostraron diferencias en cuanto a la capacidad muscular en todo el aumento de las categorías de edad, mientras que la población normal reveló disminución de la fuerza muscular y la resistencia.

Respecto al entrenamiento que realizan, un porcentaje alto realizan trabajo complementario mínimo de 2 a 3 veces por semana a moderada-alta intensidad,

Tabla IV <i>Frecuencias de hábitos dietéticos - médicos en pilotos</i>			
Grupo	Variables		%
Pilotos	Dieta	Sí presenta	44,4
		No presenta	55,6
	Suplemento Alimenticio	Sí presenta	27,8
		No presenta	72,2
	Control Médico	Sí presenta	22,2
		No presenta	77,8
	Prueba de esfuerzo	Sí realiza	6,3
		No realiza	93,8
	Analíticas	Sí realiza	6,7
		No realiza	93,3
	Revisiones médicas	Sí realiza	13,3
		No realiza	86,7

con una duración mayoritaria de 60 a 90 minutos. Este tipo de ejercicios están destinados a conseguir una mayor estabilidad en la musculatura dorsolumbar, así como una tonificación de toda la musculatura estabilizadora de la pelvis y raquis, especialmente los flexores del tronco (abdominal) y extensores (lumbar y paravertebral)¹⁰.

Aunque el deporte que practican requiere de alto control mental y de estrategias altas, más de la mayoría no realizan entrenamientos mentales ni tácticos. Estos datos podrían indicar la carencia de entrenadores específicos de motociclismo así como de trabajo multidisciplinar entre distintos profesionales del deporte, aunque, contrariamente, la gran mayoría sí realiza una preparación física específica. No obstante, no hay que olvidar que estamos tratando con una muestra de élite donde el control de las cargas, la planificación y periodización del entrenamiento va a ser esencial para su desarrollo deportivo^{6,7}.

En lo que respecta a las lesiones y mecanismos lesivos que la envuelven, se ha de señalar que la gran mayoría presentan lesiones deportivas, siendo dos

zonas lesionales las más características (clavícula y fémur)¹³, posiblemente debidas la mayoría a caídas de la motocicleta, sufriendo principalmente roturas¹², donde el 75% sufrió fracturas. Estos datos podrían deberse, principalmente, a las grandes velocidades y cargas externas a las que están sometidas las pilotos¹. Así, algunos estudios¹², muestran que las lesiones más comunes son fracturas (45%), heridas abiertas (17%) y abrasiones/contusiones (11%), siendo los porcentajes más lesionados los del miembro inferior con un 44% frente al superior con un 26%. Sin embargo, las lesiones de cabeza y cuello aunque representan sólo el 16% de las lesiones registradas, más de la mitad (53%) fueron lesiones graves, fracturas o conmoción cerebral. Asimismo, aunque relativamente pocos hechos incurrieron en lesión abdominal (11%), casi la mitad eran de las vísceras internas, por lo general los pulmones o bazo.

Datos preocupantes y a destacar debido a su vital importancia, es el control médico en los deportistas, especialmente en aquellos de alto rendimiento. Los datos obtenidos en este estudio llaman la atención ya que la mayoría de las deportistas ha manifestado no realizar controles médicos ni revisiones, así como pruebas de esfuerzo y analíticas. Estos datos, unido a que más de la mitad no lleva una planificación dietética ni suplementación alimenticia, llaman la atención por ser profesionales y deportistas de élite sometidos a grandes demandas físicas y mentales.

Uno de los resultados más llamativos es sin duda las correlaciones encontradas en el grupo de las pilotos, mostrando correlaciones positivas únicamente en las variables de dolor. Partiendo del hecho que es un deporte con gran incidencia lesional¹³, es necesario profundizar en estos resultados. Las correlaciones positivas entre las diversas interferencias en las actividades analizadas, denota la importancia existente en realizar una planificación y un programa de prevención de lesiones para poder paliar este dolor para que no se vea afectada la piloto en las diferentes actividades analizadas, especialmente en la competición y en el sueño, por ser factores claves para la mejora de la performance. Por último, señalar que los datos significativos del análisis correlacional realizado entre las pilotos y el grupo control puede deberse a

Tabla V <i>Análisis correlacional entre las variables de dolor en pilotos</i>				
	I. Dolor	Int. Actividad General	Int. Competición	Int. En el sueño
Int. Actividad general	,538*			
Int. Competición	,597*	,722*		
Int. Estado de animo	,551*	,399*	,566*	,502*
Int. En el sueño	,555*	,359*	,549*	

Nota. I= Intensidad; Int= Interferencia.

*Tamaño del efecto del coeficiente de correlación según Field¹⁵: ±.1 efecto pequeño; ±.3 efecto mediano; ±.5 efecto grande.

las cargas a las que están sometidas estas deportistas profesionales¹.

Es por todo ello que, una aptitud física óptima puede contribuir a retrasar la fatiga⁹, y para ello, conocer y analizar los hábitos propios de las pilotos se convierten en imprescindibles para ofrecerles programas adecuados y especializados tanto físicos como psicológicos y nutricionales para este deporte.

Conclusiones

El deporte del motociclismo requiere de un entrenamiento específico, controlado y planificado en función de las exigencias del propio deporte, por lo que es necesario seguir profundizando en su conocimiento para un mejor desarrollo del mismo, ya que en la actualidad son escasos los estudios que envuelven este deporte siendo uno de los que más incidencia lesional presenta.

Es de vital importancia que se tenga en cuenta la realización de una planificación específica del motociclismo y un programa de prevención de lesiones para poder paliar los dolores con los que se encuentran las pilotos en las diferentes actividades analizadas, por ser factores claves para la mejora de la performance, así como un control médico, dietético, ayudas ergogénicas y entrenamientos mentales a través de un equipo pluridisciplinar, ya que se ha constatado unos hábitos deportivos y médicos poco específicos del deporte e insuficientes respecto al nivel deportivo que tienen las pilotos. De este modo, otros estudios han destacado los requerimientos no sólo de capacidades físicas sino también cognitivas para la mejora no sólo de la condición física sino también de su rendimiento¹⁴.

Referencias

1. Dick CG, White S, & Bopf D. A review of the number and severity of injuries sustained following a single motocross event. *Journal of orthopaedics* 2014;11(1):23-7.
2. Gobbi AW, Francisco, RA, Tuy B, Kvitne R.S. Physiological characteristics of top level off-road motorcyclist. *Br J Sports Med* 2005;39(12):927-31.
3. Matveev LP. Fundamentos del entrenamiento deportivo. Moscú: Raduga; 1985.
4. Nitsch J R, Neumaier A, Marées H, Mester J. Entrenamiento de la técnica. Contribuciones para un enfoque interdisciplinar. Barcelona: Paidotribo; 2002.
5. Platonov VM. El entrenamiento deportivo. Teoría y metodología. Barcelona: Paidotribo; 1988.
6. Mujika I. Tapering and peaking for optimal performance. Champaign: Human Kinetic; 2009.
7. Issurin VB. New Horizons for the methodology and Physiology of training Periodization. *Sports Med* 2010;40(3): 189-206
8. Pym AJ, Wallis BA, Franklin RC & Kimble RM. Unregulated and unsafe: the impact of motorcycle trauma on queensland children. *J Paediatr Child Health* 2013;49(6):493-7.
9. D'Artibale E., Tessitore A. & Capranica L. Heart rate and blood lactate concentration of male road-race motorcyclists. *Journal Sports Sci* 2008;26(7):683-9.
10. Rodríguez M.A., Casimiro AJ, Sánchez C, Mateo M & Zabala M. Training habits of Young International Elite Motorcyclists. *Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte* 2013;13(51): 615-25.
11. Burr J.F, Jamnik V & Gledhill N. A. Cross-sectional examination of the physical fitness and selected health attributes of recreational all-terrain vehicle riders and off-road motorcyclists. *Journal Sports Sci* 2010;28(13):1423-33
12. Tomida Y, Hirata H, Fukuda A, Tsujii M, Kato K, Fujisawa K, et al. Injuries in elite motorcycle Racing in Japan. *Br J Sports Med* 2005;39(8):508-11.
13. Aman M & Henriksson-Larsén K. Acute injuries in 35 sports; incidence and severity. *Br J Sports Med* 2014;48(7):674.
14. Baur H, Müller S, Hirschmüller A, Huber G, Mayer F. Reactivity, stability, and strength performance capacity in motor sports. *Br J Sports Med* 2006;40(11):906-11
15. Field A. Discovering statistics using SPSS. London: Sage publications; 2009.



Original/Intensivos

Úlcera por presión: incidencia y factores demográficos, clínicos y nutricionales asociados en pacientes de una unidad de cuidados intensivos

Ana Carolina Oliveira Costa¹, Cláudia Porto Sabino Pinho², Alyne Dayana Almeida dos Santos¹ y Alessandra Camila Santos do Nascimento¹

¹Hospital Universitário Oswaldo Cruz. ²Pronto Socorro Cardiológico Universitário De Pernambuco, Brasil.

Resumen

La úlcera por presión (UP) es una lesión localizada en la piel y/o tejido subyacente, generalmente sobre prominencias óseas, provocada por la presión y/o asociada a cizallamiento. Aunque evitable, todavía es muy prevalente, siendo destacable que en su etiología están involucrados múltiples factores.

Objetivo: identificar la incidencia de úlceras por presión y los factores demográficos, clínicos y nutricionales asociados en pacientes internados en la UCI de un hospital universitario.

Métodos: estudio prospectivo, observacional, con pacientes internados en una UCI de un hospital universitario ubicado en el nordeste brasileño, durante el periodo de junio a noviembre de 2014. Se determinó la UP a través de la inspección corporal tres veces a la semana durante el baño matinal, con base en las características establecidas por la *National Pressure Ulcer Advisory Panel*, 2014. Se recolectaron datos demográficos, clínicos, bioquímicos y nutricionales. Se utilizó la escala de Braden para verificar a los individuos con riesgo de desarrollo de UP.

Resultados: la muestra se compuso de 51 pacientes, con un promedio de edad de 57,7(± 16,4) años. Se verificó una incidencia de UP del 52,9%, y los factores asociados a su desarrollo fueron: uso de droga vasoactiva (p = 0,029), tiempo de hospitalización > 10 días (p ≤ 0,001) y ausencia de anemia (p = 0,011).

Conclusión: la elevada incidencia de UP resalta la vulnerabilidad de los pacientes en cuidados intensivos. A pesar de caracterizarse por ser una condición multifactorial, solo el uso de drogas vasoactivas, el tiempo de hospitalización y la ausencia de anemia se asociaron a la aparición de UP. Factores nutricionales y clínicos frecuentemente relacionados a las lesiones se asociaron con su desarrollo.

(Nutr Hosp. 2015;32:2242-2252)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9646

Palabras clave: Úlcera por presión. Unidades de cuidados intensivos. Factores epidemiológicos. Estado nutricional.

Correspondencia: Ana Carolina Oliveira Costa.
Estrada do Barbalho, n.º 394, Edf. Maria Soares, Ap.101, Iputinga.
Recife-PE, Brasil. CEP: 50800290.
E-mail: carol.oliveiracosta@yahoo.com.br

Recibido: 14-VII-2015.
Aceptado: 17-VIII-2015.

PRESSURE ULCER: INCIDENCE AND DEMOGRAPHIC, CLINICAL AND NUTRITION FACTORS ASSOCIATED IN INTENSIVE CARE UNIT PATIENTS

Abstract

Pressure ulcer (PU) is a lesion in the skin and/or underlying tissue, usually over bony prominences caused by pressure and / or shear associated. Although preventable, is still very prevalent, and pointed out that multiple factors are involved in its etiology.

Objective: to identify the incidence of pressure ulcers, clinical and nutritional factors associated in patients admitted to the Intensive Care Unity (ICU) of a university hospital.

Methods: a prospective, observational study, with patients admitted to an ICU from June to November 2014. The UP was determined by inspection body three times a week during the morning bath, based on the characteristics established by the *National Pressure Ulcer Advisory Panel*, 2014. We collected demographic, clinical, biochemical and nutritional. The Braden Scale was used to verify individuals at risk of PU development.

Results: the sample consisted of 51 patients with a mean age of 57.7 (± 16.4) years. There was an incidence of UP 52.9%, and the factors associated with its development were: use of vasoactive drugs (p = 0.029), length of hospital stay > 10 days (p ≤ 0.001) and absence of anemia (p = 0.011).

Conclusion: the high incidence of UP highlights the vulnerability of patients in intensive care. Although characterized by being a multifactorial condition only the use of vasoactive drugs, length of hospital stay and the absence of anemia were associated with the appearance of refs. Nutritional and clinical factors often related to trauma were not associated with their development.

(Nutr Hosp. 2015;32:2242-2252)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9646

Key words: Pressure ulcer. Intensive care units. Epidemiologic factors. Nutritional status.

Abreviaturas

AR: Altura de la Rodilla.
AMB_C: Área Muscular del Brazo corregida.
CB: Circunferencia del Brazo.
CMB: Circunferencia Muscular del Brazo.
RTL: Recuento Total de Linfocitos.
DM: Diabetes *Mellitus*.
EPUAP: *European Pressure Ulcer Advisory Panel*.
HAS: Hipertensión.
IMC: Índice de Masa Corporal.
NPUAP: *National Pressure Ulcer Advisory Panel*.
PCT: Pliegue Cutáneo Tricipital.
PPPIA: *Pan Pacific Pressure Injury Alliance*.
TN: Terapia Nutricional.
TNF: Factor de Necrosis Tumoral.
UP: Úlcera por Presión.
UCI: Unidad de Cuidados Intensivos.

Introducción

Úlcera por presión (UP) es una lesión localizada en la piel y/o tejido subyacente, generalmente sobre prominencias óseas, provocada por la presión y/o asociada a cizallamiento¹. Se pueden clasificar según los tejidos acometidos y con la profundidad de la lesión en etapas de 1 a 4².

En el Brasil, la incidencia de UP en pacientes de Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), de hospitales públicos y privados, puede variar del 19,2% al 55%³⁻⁶. Aunque evitable en la mayoría de las situaciones, las UPs representan un problema de salud pública, siendo destacada con un indicador de calidad (negativa) de la asistencia, necesitando mayor investigación en cuanto a su incidencia y prevalencia en el ámbito nacional^{7,8}, teniendo en cuenta que pocos estudios describieron la magnitud y su perfil etiológico.

Los factores de riesgo para desarrollo de UP pueden ser intrínsecos y/o extrínsecos, todos predisponiendo al individuo a largos períodos de isquemia ejercida por presión, reduciendo la capacidad de regeneración tisular de la lesión. Entre los factores intrínsecos más importantes se pueden destacar la edad avanzada, la presencia de comorbideces, inconciencia, inmovilización, pérdida de sensibilidad, pérdida de función motora, incontinencia fecal o urinaria, presencia de espasmos musculares, deficiencias nutricionales, anemias, índice de masa corporal muy bajo o muy alto y enfermedades circulatorias. Entre los factores extrínsecos, la presión inducida por el contacto sobre la prominencia ósea, las fuerzas de cizallamiento y fricción son factores relacionados a la ocurrencia de UP².

La escala de Braden es un instrumento ampliamente utilizado para evaluar el riesgo de desarrollo de UP. A pesar de no haber sido elaborada específicamente para evaluación del riesgo en pacientes críticos, presenta validez para esa población. La escala fornece algunos parámetros para evaluación a través de subescalas:

percepción sensorial, humedad, actividad, movilidad, nutrición, fricción y cizallamiento⁹.

Pocas evidencias se acumularon para describir con precisión el perfil del paciente en riesgo de desarrollar UP, sobre todo en relación a los factores nutricionales, siendo importante que nuevas investigaciones suministren informaciones que permitan subrayar las condiciones de riesgo que necesitan ser prevenidas. De ese modo, el presente estudio objetivó identificar la incidencia de úlceras por presión y los factores demográficos, clínicos y nutricionales asociados en pacientes hospitalizados en una Unidad de Cuidados Intensivos.

Métodos

Estudio prospectivo observacional, llevado a cabo en dos UCIs, una quirúrgica y otra con especialidad en enfermedades infectocontagiosas de un hospital universitario, ubicado en Recife/PE, en el Nordeste brasileño, durante el período de junio a noviembre de 2014, involucrando a individuos adultos y ancianos de ambos sexos. Se excluyeron los individuos con edad < 20 años, los que presentaban alguna evidencia previa de UP en el momento de la admisión en la UCI, amputados y/u otra condición clínica que imposibilitara la verificación de medidas antropométricas, individuos con edema y aquellos con período de hospitalización en la UCI inferior a 48 horas.

Se calculó el tamaño del muestreo a partir de la prevalencia de UP, estimada en el 40%¹⁰, y del número de hospitalizaciones en las UCIs del hospital sucedido durante los seis meses anteriores a la recolección de datos (240 hospitalizaciones). Se consideró una precisión del 5% y un intervalo de confianza del 95%, totalizando una muestra mínima de 51 individuos que serían estudiados.

La UP, variable dependiente de este estudio, se determinó a través de la inspección corporal tres veces a la semana durante el baño matinal, con análisis de las áreas más susceptibles al desarrollo (del sacro, trocánter, calcáneo y maléolo), teniendo como base las características establecidas por la NPUAP (*National Pressure Ulcer Advisory Panel*), EPUAP (*European Pressure Ulcer Advisory Panel*) y PPPIA (*Pan Pacific Pressure Injury Alliance*)¹.

Se evaluaron variables **demográficas** (edad, sexo, raza), **nutricionales** (antropometría y aspectos de la dieta) y **clínicas** (diagnóstico de admisión, comorbideces – diabetes *mellitus* e hipertensión arterial), uso y tiempo de ventilación mecánica, medicamentos (antibióticos, sedativos y drogas vasoactivas), tiempo de hospitalización en UCI y resultado clínico (alta para enfermería y óbito).

Para caracterización de la población del estudio, se recolectaron datos demográficos (edad, sexo y raza). Se determinó la raza por el entrevistador de acuerdo con el color de la piel y atributos físicos de los evaluados, según metodología propuesta por Azevedo

(1980)¹¹, que considera las características físicas como tipo de pelo y nariz, color de la piel y espesura de los labios. Así, se clasificaron los individuos en blanco, mulatos y negros.

Se consideraron para evaluación antropométrica los siguientes parámetros: índice de masa corporal (IMC), circunferencia del brazo (CB), circunferencia muscular del brazo (CMB), pliegue cutáneo tricipital (PCT), área muscular del brazo corregida (AMBc) y área de grasa del brazo (AGB). Para la obtención de las circunferencias y pliegue, se utilizó cinta métrica flexible inelástica y plicómetro científico de marca *Cesrcof*, respectivamente.

La evaluación antropométrica se realizó hasta 48 horas tras la admisión en la unidad y todas las medidas se obtuvieron en duplicados, teniendo en cuenta el promedio entre ellas para efecto de registro. Cuando hubo diferencia entre las dos medidas >1 cm para las circunferencias y >1 mm para los pliegues, se realizó una tercera medida y se utilizaron los dos valores más próximos, a partir de los cuales se obtuvo el promedio. La muestra se compuso en su mayoría por pacientes acamados e imposibilitados de moverse solos; por tanto, cuando necesario, el equipo de enfermería auxilió en el manejo del paciente para realización de la evaluación antropométrica.

Se estimó la altura por medio de medida de la altura de la rodilla (AR), con el paciente acostado y la rodilla flexionada a 90°, siendo mensurada la distancia del tobillo hasta 5 cm arriba de la rótula de la rodilla, con auxilio de una cinta métrica milimetrada, y posteriormente aplicada en las ecuaciones de Chumlea *et al.*¹² para adultos y ancianos. El peso se estimó a través de la fórmula propuesta por Chumlea *et al.*¹³ que considera AR y CB. Cuando había datos de peso y altura de la hospitalización registrada en el historial clínico, se consideraron los valores.

La CB se obtuvo con el brazo flexionado en dirección al tórax, formando un ángulo de 90°, contornando el brazo con la cinta flexible e inextensible en el punto medio entre el acromio y el olecranon, evitando compresión de la piel o espacio¹⁴. Para la obtención de la PCT, se realizó la medición en la parte posterior del brazo, relajado y extendido a lo largo del cuerpo, siendo pinzado el pliegue en el punto medio entre el acromio y el olecranon¹⁵. La combinación de la CB y de la PCT, a través de la aplicación de fórmulas, permite calcular la CMB, AMBc y AGB.

Todavía se evaluó la vía de administración de la dieta (oral, enteral, mixta o parenteral) y, para los pacientes en uso de dieta entera, se consideró también la terapia nutricional precoz (inicio de la dieta hasta 48 horas de la admisión en la UCI) y el alcance de la meta calórica y proteica (en hasta 72 horas)¹⁶.

Los parámetros bioquímicos de hemoglobina, hematocrito, leucocitos, plaquetas, linfocitos y albúmina sérica se obtuvieron del historial clínico, teniendo en cuenta el primer examen posterior a la admisión en la UCI. Se evaluó el Recuento Total de Linfocitos

(RTL), teniendo en cuenta como parámetro nutricional los puntos de corte descritos por Blackburn y Thornton¹⁷: 1200-2000 mm³ (agotamiento leve), 800-1200 mm³ (desnutrición moderada), <800 mm³ (desnutrición grave). La hipoalbuminemia se consideró cuando albúmina sérica <3,5 g/dL y anemia cuando hemoglobina sérica <13 g/dL para los hombres y <12 g/dL para las mujeres.

La Escala de Braden se aplicó hasta 48 horas después la admisión en la unidad, que predice el riesgo para el desarrollo de UP. Esa escala es compuesta por subescalas: percepción, sensorial, humedad, actividad, movilidad, nutrición, fricción y cizallamiento. Para la interpretación práctica de los resultados obtenidos por la aplicación de la Escala de Braden, se adoptaron los niveles de riesgo propuestos por las propias autoras: riesgo leve para resultados de las puntuaciones entre 15 y 16; riesgo moderado para puntuación final de 12 a 14; y riesgo alto para valor de total de puntuaciones iguales o inferiores a 11¹⁹.

El análisis de los datos se realizó por el paquete estadístico SPSS versión 13.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Inicialmente, se tesaron las variables continuas según la normalidad de distribución por el test de Kolmogorov-Smirnov. Cuando presentaron distribución normal, se describieron en la forma de promedio y desviación estándar y, cuando presentaron distribución no normal, se describieron en la forma de mediana e intervalo intercuartílico (tiempo de ventilación mecánica, tiempo de hospitalización, inicio de terapia nutricional, meta calórica y proteica). Se analizaron los factores asociados a la presencia de UP a través del test chi-cuadrado de Pearson o del test exacto de Fisher, para las variables categóricas. Se adoptó un nivel de significancia <0,05 para todos los análisis estadísticos.

Se aprobó el estudio por el Comité de Ética en Investigación, involucrando a seres humanos del Complejo Hospitalario de la Universidad de Pernambuco, bajo el número 673.403/2014. Todos los familiares/responsables por el paciente que concordaron en participar de la investigación firmaron el Término de Consentimiento Libre y Aclarado.

Resultados

Se evaluaron 51 pacientes acompañados desde la admisión en la UCI hasta el alta de la unidad u óbito, con mediana de tiempo de hospitalización de 10 (7-22) días. El promedio de edad fue de 57,7 ($\pm 16,4$) años, siendo el 54,9% de los pacientes del sexo masculino y el 64,7% de individuos blancos (Tabla I).

Las causas de admisión en la UCI que predominaron fueron: sepsis (el 21,6%), exacerbación de la Enfermedad Hepática Crónica (el 21,6%) y complicaciones quirúrgicas (el 15,7%). La prevalencia de HAS y DM fue el 35,3% y el 17,6%, respectivamente. Entre los individuos que participaron de la investigación, el 78,4% necesitaron asistencia ventilatoria mecánica

por un tiempo mediano de 7,0 (4,0-19,0) días. Se observó un elevado porcentual de uso de antibióticos (el 96%), sedativos (el 76,5%) y drogas vasoactivas (el 70,6%) (Tabla I).

Se observó elevada prevalencia de anemia (el 86,3%), hipoalbuminemia (el 88,2%) y de desnutrición, según los métodos antropométricos, siendo la

Tabla I
Caracterización demográfica y clínica de pacientes internados en Unidades de Cuidados Intensivos de un hospital universitario, Recife-PE, Brasil, 2014 (n = 51)

Variable	Valores*
Edad (años)	57,7(± 16,4)
< 60 años	23 (45,1)
≥ 60 años	28 (54,9)
Sexo	
Hombres	28 (54,9)
Mujeres	23 (45,1)
Raza	
Blanco	32 (64,7)
Mulato	13 (25,5)
Negro	6 (11,8)
Diagnostico Clinico	
Septicemia	11 (21,6)
Exacerbación de la enfermedad Hepática Crónica	11 (21,6)
Complicación quirúrgica	8 (15,7)
Complicación del HIV	6 (11,8)
Complicaciones respiratorias	5 (9,8)
Tétanos	2 (3,9)
Otros	8 (15,7)
Hipertensión	18 (35,3)
Diabetes Mellitus	9 (17,6)
Insuficiencia Renal	9 (17,6)
Ventilación Mecánica	40 (78,4)
Tiempo de Ventilación Mecánica (día)	7,0 (4,0–19,0)
Antibiótico	49 (96,1)
Sedante	39 (76,5)
Droga vasoactiva	36 (70,6)
Tiempo de hospitalización em UCI (día)	10,0 (7,0 - 22,0)
Resultado Clínico	
Alta de la UCI	27 (52,9)
Muerte	24 (47,1)

*De frecuencia simples (%); media y desviación estándar o mediana y el rango intercuartil.

CMB el parámetro que reveló mayor porcentual de desnutridos (el 66,7%) y el IMC el parámetro que identificó menor porcentual (el 36,0%) (Tabla II).

El tiempo medio para inicio de la terapia nutricional enteral fue de 41,5 (±26,9) horas y el 81,1% de la muestra tuvo inicio precoz (<48 horas tras la admisión). El promedio de tiempo para alcanzar la meta calórica y proteica fue de 75,3 (15,±3) horas y 51,6 (± 14,4) horas, respectivamente (Tabla II).

La incidencia de UP fue del 52,9%, de los cuales el 72,4% desarrollaron solo una úlcera. El promedio del número de úlcera por paciente fue 1,59±1,0. En cuanto a la localización de las úlceras, la región sacro fue acometida por todos los individuos (el 100%). El intervalo medio entre la admisión en la unidad y la aparición de la primera UP fue 6,9±4,7 días. De acuerdo con la clasificación de la escala de Braden, el 47,1% presentaron riesgo elevado para desarrollar UP y el 15,7% se clasificaron como riesgo muy elevado (Tabla III).

En la tabla IV se encuentran los datos referentes a los factores clínicos y demográficos asociados al desarrollo de UP, siendo verificada mayor incidencia de UP en pacientes que hicieron uso de droga vasoactiva (p=0,029) y con tiempo de hospitalización >10 días (p<0,001).

Mayor incidencia de UP se verificó entre los pacientes no anémicos (p=0,011). Los parámetros de evaluación nutricional no presentaron asociación con el desarrollo de UPs. Otras variables nutricionales, como el inicio de la terapia nutricional y el alcance de las metas calóricas y proteicas también no fueron asociadas a las UPs (Tabla V).

Discusión

Las UPs resultan un enorme encargo financiero para los servicios de salud y contribuyen al aumento del total de costes con cuidados al paciente. Además, puede empeorar el cuadro clínico y/o venir a prolongar el tiempo de hospitalización, representando un impacto significativo tanto en la morbilidad como en la calidad de vida de las personas afectadas²⁰.

En la población estudiada, el mayor porcentual de individuos con edad ≥ 60 años corrobora con otros trabajos realizados en UCI con enfoque en la UP^{6,10,21}. Además del porcentual significativo de pacientes con edad avanzada, el alto porcentual de pacientes que hicieron uso de ventilación mecánica, de medicamentos sedativos, antibióticos y drogas vasoactivas, y el número elevado de pacientes que evolucionaron para óbito, caracterizan que este estudio involucró población de individuos extremadamente grave.

A lo referente a la condición nutricional, entre los parámetros antropométricos, la CMB y CB fueron los que identificaron mayor porcentual de desnutrición y el IMC fue el método que indicó menor número de pacientes desnutridos. Los riesgos de complicaciones

Tabla II
Caracterización nutricional y bioquímica de los pacientes internados en Unidades de Cuidados Intensivos de un hospital universitario, Recife-PE, Brasil, 2014 (n = 51)

<i>Variable</i>	<i>Valores*</i>	<i>Variable</i>	<i>Valores*</i>
Anemia*	44 (86,3)	Área Muscular del Brazo corregida	
Recuento Total de Linfocitos		Desnutrición	23 (51,1)
Depleción nutricional (<2.000 mm ³)	47 (92,2)	Eutrófico	22 (48,9)
Normal (>2.000mm ³)	4 (7,8)	Área de Grasa del Brazo	
Albúmina		Sin obesidad	45 (100,0)
Hipoalbuminemia (<3,5g/dL)	45 (88,2)	Obesidad	0 (0)
Normal (≥3,5g/dL)	6 (11,8)	Dieta (vía)	
Índice de Masa Corporal		Enteral	37 (72,5)
Desnutrición	18 (36,0)	Vía oral	8 (15,7)
Eutrófico	19 (38,0)	Mixta (vía oral y enteral)	1 (2,0)
Sobrepeso	13 (26,0)	Nutrición parenteral total	5 (9,8)
Circunferencia del Brazo		La Terapia Nutricional Tiempo Temprano (horas)	41,5 (± 26,9)
Desnutrición	33 (64,7)	La Terapia Nutricional Precoz (<48 horas)	
Eutrófico	10 (19,6)	No	7 (18,9)
Sobrepeso	8 (15,7)	Sí	30 (81,1)
Pliegue Cutánea Tricipital		Meta calórica alcanzado (horas)	75,3 (± 15,3)
Desnutrición	28 (54,9)	Meta calórica alcanzado dentro de 72 horas	
Eutrófico	12 (23,5)	No	6 (17,6)
Sobrepeso	11 (21,6)	Sí	28 (82,4)
Circunferencia Muscular del Brazo		Proteína objetivo alcanzado (horas)	51,6 (± 14,4)
Desnutrición	34 (66,7)	Alcanzado proteína diana dentro de 72 horas	
Eutrófico	11 (21,6)	No	1 (2,9)
Sobrepeso	6 (11,8)	Sí	33 (97,1)

*Según la WHO (2001). *De frecuencia simples (%) o media y desviación estándar.

aumentan en la presencia de la desnutrición, principalmente las de causa infecciosa, provocadas por la progresiva deterioración nutricional, pudiendo comprometer las funciones cardíaca, respiratoria, intestinal, renal e inmunológica^{22,23}. Las medidas de CB y CMB fornecen la suma de las áreas constituidas por tejido óseo, muscular y grasiento de una región corpórea, el brazo. La CMB predice la reserva de tejido muscular, y el alto porcentual de individuos desnutridos por ese parámetro puede sugerir que esos individuos están inmersos en una condición de catabolismo.

Se debe interpretar con cautela la alta prevalencia de comprometimiento nutricional según la CTL (el 92,2%), teniendo en cuenta que ese parámetro es influenciado por cuadros infecciosos e inflamatorios, pudiendo reflejar mucho más la gravedad de los pacientes que la condición nutricional. Del mismo modo, la hipoalbuminemia también fue altamente prevalente (el 88,2%) y, aunque el nivel sérico de albúmina se

puede considerar un marcador de desnutrición, la albuminemia también está reducida en las enfermedades inflamatorias agudas y crónicas.

La alta incidencia de UP observada fue semejante a la encontrada en estudios nacionales. Resultados indican que en pacientes hospitalizados en UCI, de hospitales públicos y privados, el desarrollo de UP varió del 19,2% al 55%³⁻⁶. En regiones más desarrolladas, resultados indican menor incidencia, aproximadamente del 5,8% al 33,3%²⁰⁻²⁴ con misma población de pacientes en cuidados intensivos.

La literatura indica que pacientes sometidos a cuidados intensivos y quirúrgicos representan un grupo de riesgo para desarrollar UP, debido a la inestabilidad hemodinámica, la restricción de movimientos por periodo prolongado, al uso de drogas sedativas y analgésicas, las cuales disminuyen la percepción sensorial y comprometen la movilidad²⁵. Asimismo, la UCI constituye un ambiente de cuidados especializados,

Tabla 3

Incidencia, riesgo de desarrollo y localización de las úlceras por presión en pacientes internados en Unidades de Cuidados Intensivos de un hospital universitario, Recife-PE, Brasil, 2014 (n = 51)

Variable	Valores*
Úlcera por Presión (UP)	27 (52,9)
Tiempo de desarrollo UP (día)	6,9 ($\pm$ 4,7)
Localización	
Sacro	27 (100,0)
Trocánter	4 (14,8)
Calcáneo	5 (18,5)
Maléolo	5 (18,5)
Número de UP	1,59 ($\pm$ 1,05)
1 úlcera	21 (72,4)
2 úlceras	2 (6,9)
3 úlceras	3 (10,3)
4 úlceras	3 (10,3)
Escala de BRADEN**	11,8 ($\pm$ 2,6)
Riesgo bajo	7 (13,7)
Riesgo moderado	12 (23,5)
Alto Riesgo	24 (47,1)
Riesgo muy alto	8 (15,7)

*De frecuencia simples (%) o media y desviación estándar.

**Instrumento de evaluación de riesgos para el desarrollo de úlceras por presión.

con uso de tecnología compleja, en que se prioriza la estabilización de la situación clínica del paciente y, por ese motivo, algunos procedimientos de mantenimiento de la salud corporal pueden ser comprometidos o dificultados²⁶. Luego, teniendo en cuenta la dificultad en la realización de algunas medidas preventivas para mantenimiento de la integridad de la piel en pacientes gravemente enfermos, la aparición de UP se presenta como una complicación frecuente en esos pacientes²⁶.

De cualquier modo, ese expresivo número relacionado al desarrollo de UP en el ambiente hospitalario vislumbra la necesidad de medidas preventivas y protectoras para minimizar los efectos negativos asociados a su ocurrencia y reducir los costes relacionados a su tratamiento.

El prometido de tiempo para desarrollo de UP ($6,9 \pm 4,7$ días) fue un intervalo mayor que el relatado por Campos *et al.* (4,9 días), que también evaluó a pacientes en centro de terapia intensiva. Evidencias sugieren que las UPs pueden desarrollarse en 24 horas o llevar hasta 5 días para manifestarse¹⁰. El tiempo relativamente tardío identificado en esta investigación se puede justificar por la aplicación de protocolo de prevención de UPs existente en las UCIs del hospital.

Sin embargo, esas medidas parecen haber retardado la aparición, pero no fueron suficientes para impedir el surgimiento de las lesiones, considerando la alta incidencia observada. Además, no se puede dejar de mencionar que la inspección de las UPs no se realizó diariamente; luego, el tiempo de aparición puede estar sobrestimado.

Predominaron las UPs en región sacro, resultado similar al encontrado por varios autores^{6,21}, que señalan que este es un local de mayor presión. Asimismo, Fernandes, Torres y Vieira²⁷ señalan el papel de la fuerza de cizallamiento y fricción en esta región, observado por el desplazamiento del tejido cutáneo causado por la elevación de la cabecera de la cama en un ángulo mayor que 30 grados, lo que puede ocasionar deslizamiento de los individuos y, así, deformar y provocar lesión en los tejidos contribuyendo para la mayor vulnerabilidad para lesión tisular en la región sacro.

La mayoría de los pacientes desarrolló una lesión y el número medio de UP desarrollada por paciente ($1,59 \pm 1,05$) fue similar al relatado en otras investigaciones^{4,10}.

La aplicación de la escala de Braden reveló un alto porcentual de individuos (el 62,8%) con riesgo elevado o muy elevado para desarrollo de UPs. La aplicación de escalas predictivas es un medio de prevención de la UP, que auxilia en la implementación de medidas preventivas específicas, direccionando la intervención de todos los profesionales.

Varios trabajos relataron asociación entre UP y la edad avanzada. Pese a no haber sido evidenciada asociación en este estudio, está bien establecido en la literatura el mayor riesgo de desarrollo de UP en individuos con edad mayor que 600 años. Con la vejez son observados algunos cambios en la piel de forma lenta y progresiva, entre ellas la disminución de la camada dérmica, de la revascularización, de la proliferación epidérmica y propiedades como percepción del dolor, respuesta inflamatoria y su función de barrera, dejándola más vulnerable a la injuria^{4,5}.

Otro factor indicado como predictor de un mayor riesgo de UP es la raza blanca, asociación que no se verificó en los resultados de este estudio. Se sugiere que la estructura de la piel varía sutilmente de acuerdo con el color, y en la piel negra la estructura del extracto córneo sería más compacta proporcionando mayor resistencia a las irritaciones químicas y convirtiéndola en una barrera más efectiva a los estímulos externos. Sin embargo, también se destaca que puede haber una cierta dificultad de identificarse las pre-úlceras en individuos de color negro, lo que podría subestimar el registro de UP en esos individuos⁵.

En el presente estudio, la clase de drogas vasoactivas se asoció al desarrollo de UP ($p=0,029$), como también se describe en consensos internacionales¹. Ese es un factor que afecta la perfusión y oxigenación tisular; con todo, aún es poco estudiado como predictor de la UP en estudios nacionales. Esas medicaciones son de uso común en pacientes graves y

Tabla IV
Factores clínicos y demográficos asociado con el desarrollo de úlcera por presión en pacientes internados en Unidades de Cuidados Intensivos de un hospital universitario, Recife-PE, Brasil, 2014 (n = 51)

Variable	Úlcera por Presión				p-valor*
	No (n = 24)		Sí (n = 27)		
	N	%	n	%	
Edad					
< 60 años	11	47,8	12	52,2	0,921
≥ 60 años	13	46,4	15	53,6	
Sexo					
Masculino	12	42,9	16	57,1	0,507
Femenino	12	52,2	11	47,8	
Raza					
Blanco	14	43,8	18	56,3	0,430
Mulato	8	61,5	5	38,5	
Negro	2	33,3	4	66,7	
Hipertensión					
No	16	48,5	17	51,5	0,782
Sí	8	44,4	10	55,6	
Diabetes <i>Mellitus</i>					
No	20	47,6	22	52,4	0,579
Sí	4	44,4	5	55,6	
Diagnostico Clinico					
Septicemia	6	54,5	5	45,5	0,286
Exacerbación de la enfermedad Hepática Crónica	5	45,5	6	54,5	
Complicación quirúrgica	2	25,0	6	75,0	
Complicación del HIV	5	83,3	1	16,7	
Complicaciones respiratorias	3	60,0	2	40,0	
Tétanos	0	0	2	100,0	
Otros	3	37,3	5	62,5	
Sedante					
No	7	58,3	5	41,7	0,371
Sí	17	43,6	22	56,4	
Antibiótico					
No	2	100,0	0	0	0,216
Sí	22	44,9	27	55,1	
Droga vasoactiva					
No	11	73,3	4	26,7	0,029
Sí	13	36,1	23	63,9	
Ventilación Mecánica					
No	6	54,5	5	45,5	0,574
Sí	18	45,0	22	55,0	
Tiempo de hospitalización em UCI					
≤ 10 día	20	71,4	8	28,6	<0,001
> 10 día	4	17,4	19	82,6	
Escala de BRADEN					
Riesgo bajo	3	42,9	4	57,1	0,480
Riesgo moderado	8	66,7	4	33,3	
Alto Riesgo	10	41,7	14	58,3	
Riesgo muy alto	3	37,5	5	62,5	
Resultado Clínico					
Alta de la UCI	12	44,4	15	55,6	0,692
Muerte	12	50,0	12	47,8	

*Chi-Cuadrado o Exacto de Fisher.

Tabla V
Variables bioquímicas y nutricionales asociado a las úlceras por presión en pacientes internados en Unidades de Cuidados Intensivos de un hospital universitario, Recife-PE, Brasil, 2014 (n = 51)

Variable	Úlcera por Presión				p-valor*
	No (n = 24)		Sí (n = 27)		
	N	%	n	%	
Anemia*					
No	0	0	7	100,0	0,011
Sí	24	54,5	20	45,5	
Recuento Total de Linfocitos					
Depleción nutricional (<2.000 mm³)	23	48,9	24	51,1	0,612
Normal (>2.000mm³)	1	25,0	3	75,0	
Albúmina					
Hipoalbuminemia (<3,5g/dL)	22	48,9	23	51,1	0,473
Normal (≥ 3,5g/dL)	2	33,3	4	66,7	
Leucocitos Totales (/mm³)					
Leucopenia (<4.000)	1	33,3	2	66,7	0,19
Normal (4.000-11.000)	10	66,7	5	33,3	
Leucocitosis (> 11.000)	13	39,4	20	60,6	
Plaquetas (/mm³)					
Trombocitopenia (<150.000)	11	47,8	12	52,2	0,795
Normal (150.000-450.000)	10	43,5	13	56,3	
Trombocitosis (>450.000)	3	60,0	2	52,9	
Índice de Masa Corporal					
Desnutrición	7	38,9	11	61,1	0,244
Eutrófico	12	63,2	7	36,8	
Sobrepeso	5	38,5	8	61,5	
Circunferencia del Brazo					
Desnutrición	15	45,5	18	54,5	0,607
Eutrófico	6	60,0	4	40,0	
Sobrepeso	3	37,5	5	64,5	
Pliegue Cutánea Tricipital					
Desnutrición	11	39,3	17	60,7	0,084
Eutrófico	9	75,0	3	25,0	
Sobrepeso	4	36,4	7	63,6	
Circunferencia Muscular del Brazo					
Desnutrición	18	52,9	16	47,1	0,329
Eutrófico	3	27,3	8	72,7	
Sobrepeso	3	50,0	3	50,0	
Área Muscular del Brazo corregida					
Desnutrición	10	43,5	13	56,5	0,661
Eutrófico	11	50,0	11	50,0	
Dieta (vía)					
Enteral	18	48,6	19	51,4	0,367
Vía oral	5	62,5	3	37,5	
Mixta (vía oral y enteral)	0	0	1	100,0	
Nutrición parenteral total	1	20,0	4	80,0	
La Terapia Nutricional Precoz					
No	3	42,9	4	57,1	0,532
Sí	15	50,0	15	50,0	
Meta calórica alcanzado dentro de 72 horas					
No	1	16,7	5	83,3	0,196
Sí	14	50,0	14	50,0	
Alcanzado proteína diana dentro de 72 horas					
No	0	0,0	1	25,0	0,559
Sí	15	45,5	18	54,5	

*Según la WHO (2001). *Chi-Cuadrado o Exacto de Fisher.

usualmente empleadas en las UCIs. Se atribuye esa denominación a las sustancias que presentan efectos vasculares periféricos, pulmonares o cardíacos de forma directa o indirecta, con actuación en pequeñas dosis y con respuestas dosis dependiente de efecto rápido y corto, por medio de receptores situados en el endotelio vascular²⁸, objetivando principalmente restablecer el flujo sanguíneo para órganos vitales durante el choque. El uso de esas drogas puede ser un factor de riesgo para el desarrollo de UPs por reducir el flujo sanguíneo en tejidos periféricos, los cuales son más acometidos por lesiones generadas por presión.

El uso de sedativos es señalado como desencadenante de alteraciones orgánicas, aunque sea una droga de uso necesario en algunos casos, favoreciendo el desarrollo de UP porque lleva a un comprometimiento de la percepción sensorial. Cuando en uso de esa clase de medicamentos, el individuo presenta reducción o incapacidad de detectar sensaciones de molestias o dolor, perjudicando la capacidad de identificar las regiones del cuerpo que necesitan alivio de presión. A pesar de eso, en la población estudiada no hubo asociación entre el uso de sedativos y el surgimiento de UP, como también en otros trabajos^{10,21}.

Todavía no se exploró la asistencia ventilatoria como factor de riesgo para el desarrollo de UPs, pero los raros estudios existentes encontraron relación con su ocurrencia^{24,19}. Este estudio no encontró asociación; pero, así como otros factores que comprometen la movilidad, el uso de ventilación mecánica posiblemente también es una condición de riesgo.

En cuanto al tiempo de hospitalización, algunos estudios vienen mostrando una relación positiva entre el tiempo de permanencia hospitalaria y la incidencia de UP^{4,7,21}. Los resultados obtenidos por Gomes *et al.*²¹ también demuestran que pacientes con tiempo de hospitalización superior a 10 días presentaron mayor riesgo de desarrollo de UP, como también se verificó en esta investigación. Se sugiere que el prolongamiento de la exposición a la presión de contacto y a los factores de riesgo sea una condición que puede ocasionar o exacerbar las lesiones.

Aunque sea reconocidamente una herramienta importante para identificar a los individuos de riesgo, la clasificación por la escala de Braden no presentó asociación con ocurrencia de UPs. Ahora bien, estudios vienen demostrando su alta sensibilidad y especificidad^{3,19}, siendo indicada como el instrumento que presenta mejor definición operacional, representando un excelente referencial al juicio clínico en la selección de los pacientes de riesgo.

La mayor prevalencia de las UPs en individuos sin anemia es un hallazgo inesperado, ya que la reducción de los niveles séricos de hemoglobina se considera un factor de riesgo para el desarrollo de las lesiones debido a la menor capacidad de transporte de oxígeno y nutrientes a los tejidos¹⁰. No obstante, como la información referente a los exámenes bioquímicos se

recolectó solo en la admisión, es posible que una limitación metodológica haya influenciado ese hallazgo.

A lo referente a la hipoalbuminemia, pese no haber sido verificada asociación con las UPs, algunos autores vienen relatando asociación entre esas variables³⁰. Como la hipoalbuminemia provoca alteraciones en la presión oncótica y, consecuentemente, lleva a la aparición de edema, provocando un comprometimiento de la difusión tisular de oxígeno y de nutrientes, hay predisposición a la hipoxia y muerte celular³⁰.

A pesar de los parámetros antropométricos no haber presentado asociación con las UPs, la literatura indica estrecha relación entre el estado nutricional y el desarrollo de las UPs^{10,21,31,32}. La desnutrición, además de aumentar el riesgo de UP, teniendo en cuenta que está relacionada a la debilidad general, reducción de la movilidad y menor resistencia cutánea, perjudica también el proceso de recuperación de la lesión debido a la reducción de nutrientes disponibles para reparo de los tejidos^{10,33}. Estudio previo indicó entre los pacientes que desarrollaron UP menores promedios de CP, CMB, PCT y pliegue cutáneo subescapular¹⁰.

Aunque la desnutrición sea más frecuentemente señalada como un factor de riesgo para la aparición de las lesiones por las prominencias óseas más salientes²¹, individuos con exceso de grasa corporal también están más propensos al desarrollo de las UPs, debido al hecho de que el tejido adiposo es menos vascularizado y tiene menor elasticidad que otros tejidos, convirtiéndolo más vulnerable a la presión y propenso a romperse²¹.

Con todo, pese al estado nutricional en la admisión de los pacientes en la UCI no haber sido predictor de la mayor aparición de UPs, es importante subrayar que la condición nutricional no se analizó a lo largo de la hospitalización. Esa es una dificultad particular de los estudios que buscan evaluar prospectivamente la relación de un desenlace con un factor de riesgo medido solo en un momento, sin que se verifique su progresión a lo largo del tiempo.

Reforzando que la muestra del presente estudio fue compuesta por pacientes graves, la mayor parte de los pacientes hizo uso de soporte nutricional enteral por sonda (el 72,5%). A pesar de no haber sido verificada asociación entre el tipo de dieta y el desarrollo de UP, estudio previo mostró mayor incidencia de las lesiones en pacientes en uso de sonda para alimentación ($p=0,004$)¹⁰. Con todo, es más improbable que ese sea un indicador de debilidad clínica que un indicador nutricional, ya que el uso de soporte nutricional es una estrategia importante para proporcionar un adecuado aporte de nutrientes. Además, la nutrición enteral está asociada a la reducción en el número de complicaciones infecciosas y mantenimiento de la integridad de la barrera intestinal³⁴.

No se encontraron estudios relacionando el desarrollo de UP con el tiempo de inicio de la terapia nutricional (TN) y el alcance de las metas calórica y proteica. Sin embargo, la literatura es clara acer-

ca de los beneficios del inicio precoz de la TN y de las necesidades calórica y proteica ser alcanzadas en hasta 72 horas. El inicio precoz está asociado a la menor permeabilidad intestinal, activación y liberación reducidas de citocinas inflamatorias – Factor de Necrosis Tumoral (TNF) y reducida endotoxemia sistémica¹⁶. Resultados de un metanálisis sobre el inicio de la TN precoz comparada al inicio tras 72 horas mostraron una tendencia de reducción de la morbilidad infecciosa y mortalidad¹⁶. Otro estudio mostró que, además de significativa reducción de la morbilidad infecciosa ($p < 0,01$), el inicio precoz de la TN también se asoció a menor tiempo de permanencia hospitalaria ($p = 0,01$), lo que podría atenuar la aparición de las UPs^{16,35}.

Naturalmente, se admite la existencia de limitaciones metodológicas en ese estudio. Además del hecho de las variables antropométricas y bioquímicas haber sido observadas en un único momento, se debe tener cautela al extrapolar los resultados descritos para otros grupos de individuos, una vez que la muestra estudiada involucró a pacientes extremadamente graves. Otra limitación puede estar relacionada al hecho de la inspección corporal no haber sido realizada diariamente, ocultando así el tiempo de aparición de la primera UP. Adicionalmente, no se puede dejar de garantizar la ausencia de asociación con inúmeras variables reconocidamente como factor de riesgo para las UPs al pequeño número de individuos estudiados.

Conclusión

La elevada incidencia de UP revelada en esta investigación corrobora con los expresivos números relatados en otros estudios que evaluaron a pacientes en UCI, mostrando la vulnerabilidad de esos individuos. Aunque se caracterice por ser una condición multifactorial, solo el uso de drogas vasoactivas, el tiempo de hospitalización y la ausencia de anemia se asociaron a la aparición de UPs. Factores nutricionales y clínicos frecuentemente relacionados a las lesiones no se asociaron a su desarrollo.

Se necesitan reconocer las UPs como un problema multidisciplinario que requiere actuación efectiva de todos los profesionales involucrados en el cuidado a pacientes en terapia intensiva con vistas en su prevención, posibilitando así minimizar el riesgo de complicaciones asociadas a su desarrollo y los costes relacionados a su tratamiento.

Referencias

1. National Pressure Ulcer Advisory Panel, European Pressure Ulcer Advisory Panel and Pan Pacific Pressure Injury Alliance. Prevention and Treatment of Pressure Ulcers: Quick Reference Guide. Australia: 2014.
2. Wada A, Teixeira Neto N, Ferreira MC. Úlceras por Pressão. *Medicina* (Ribeirão Preto) 2010, 89(3/4): 170-7.
3. Paranhos WY, Santos VLCG. Avaliação de risco para úlceras de pressão por meio da escala de Braden, na língua portuguesa. *Rev Esc Enf USP* 1999, 33 [especial]: 191-206.
4. Cardoso MCS, Caliri MHL, Haas VJ. Prevalência de úlcera por pressão em pacientes críticos internados em um hospital universitário. *REME-Rev Min Enf* 2004, 8(2): 316-20.
5. Blanes L, Duarte IS, Calil JA, Ferreira LM. Avaliação clínica e epidemiológica das úlceras por pressão em pacientes internados no hospital São Paulo. *Rev Assoc Med Bras* 2004, 50(2): 182-7.
6. Rogenski NMB, Santos VLCG. Estudo sobre a incidência de úlcera por pressão em um hospital universitário. *Rev Latino-am Enfermagem* 2005, 13(4): 474-80.
7. Costa IG. Incidência de úlcera por pressão em hospitais regionais de Mato Grosso, Brasil. *Rev Gaúcha de Enfermagem*, 2010, 31 (4): 693-700.
8. Regan MA, et al. A Systematic Review of Therapeutic Interventions for Pressure Ulcers Following Spinal Cord Injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2009, 90(2):213-31.
9. Fernandes LM, Caliri MHL. Uso da escala de Braden e de Glasgow para identificação do risco para úlceras de pressão em pacientes internados em centro de terapia intensiva. *Rev Latino-am Enfermagem* 2008, 16(6).
10. Campos SF, et al. Fatores associados ao desenvolvimento de úlceras de pressão: o impacto da nutrição. *Rev Nutr* 2010, 23(5):703-14.
11. Azevedo ES. Subgroup studies of black admixture within a mixed population of Bahia, Brazil. *M J Hum Genet* 1980, 44: 55-60.
12. Chumlea WC, Roche A, Steinbaugh ML. Estimating stature from knee height for persons 60 to 90 years of age. *J Am Diet Assoc* 1985, 33(2): 116-20.
13. Chumlea WC, Guo S, Rocha AF, Steinbaugh ML. Prediction of body weight for the nonambulatory elderly from anthropometry. *J Am Diet Assoc* 1988, 88(5): 564-68.
14. Nacif M, Viebig RF. Avaliação antropométrica nas fases do ciclo da vida. In: _____. Avaliação antropométrica nos ciclos da vida: uma visão prática. São Paulo: *Metha* 2008, 23-62.
15. Rosa G, Palma AGC. Avaliação antropométrica. In: Rosa G; Pereira AF, Bento CT, Rosado EL, Lopes MSMS, Peres WAF. Avaliação nutricional do paciente hospitalizado: uma abordagem Teórico-Prática. Rio de Janeiro: *Guanabara Koogan* 2008, 29-62.
16. McClave SA, Martindale RG, Vanek VW, McCarthy M, Roberts P, Taylor B, Ochoa J B, Napolitano L, Cresci G, et al. A.S.P.E.N. Guidelines for the Provision and Assessment of Nutrition Support Therapy in the Adult Critically Ill Patient: Society of Critical Care Medicine (SCCM) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.). Board of Directors and the American College of Critical Care Medicine *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2009, 33(277): 277-316.
17. Blackburn GL, Thornton PA. Nutritional assessment of the hospitalized patients. *Med Clin North Am* 1979, 63: 1103-15.
18. World Health Organization. Iron deficiency anemia: assessment, prevention and control: a guide for programme managers. Geneva: 2001.
19. Serpa LF, Santos VLCG, Campanili TCGF, Queiroz M. Validade preditiva da Escala de Braden para o risco de desenvolvimento de úlcera por pressão em pacientes críticos. *Rev Latino-am de Enfermagem* 2011, 19(1).
20. Lardenoye JW, Thieffaine JA, Breslau PJ. Assessment of incidence, cause, and consequences of pressure ulcers to evaluate quality of provided care. *Dermatol Surg* 2009, 35 (11): 1797-803.
21. Gomes FSL, et al. Fatores associados à úlcera por pressão em Pacientes internados nos Centros de Terapia Intensiva de Adultos. *Rev Esc Enferm USP* 2010, 44(4): 1070-6.
22. Barbosa-Silva MCG, Barros AJD. AVALIAÇÃO NUTRICIONAL SUBJETIVA. Parte 1 - Revisão de sua validade após duas décadas de uso. *Arq Gastroenterol* 2002, 39(3): 181-7.
23. Borghi R, et al. Perfil nutricional de pacientes internados no Brasil: análise de 19.222 pacientes (Estudo BRAINS). *Rev Bras Nutr Clin* 2013, 28(4):255-63.

24. Nijs N, *et al.* Incidence and risk factors for pressure ulcers in the intensive care unit. *J Clin Nurs* 2009, 18(9): 1258-66.
25. Baumgarten M, *et al.* Use of Pressure-Redistributing Support Surfaces Among Elderly Hip Fracture Patients Across the Continuum of Care: Adherence to Pressure Ulcer Prevention Guidelines. *Gerontology* 2010, 50(2): 253-262.
26. Cremasco MF, *et al.* Úlcera por pressão: risco e gravidade do paciente e carga de trabalho de enfermagem. *Acta Paul Enferm* 2009, 22 (Especial - 70 Anos): 897-902.
27. Fernandes NCS, Torres GV, Vieira D. Fatores de risco e condições predisponentes para úlcera de pressão em pacientes de terapia intensiva. *Rev Eletr Enf* 2008, 10(3): 733-46.
28. Ostini FM *et al.* O uso de drogas vasoativas em terapia intensiva. *Medicina* (Ribeirão Preto) 1998, 31: 400-11.
29. Apostolopoulou E, *et al.* Pressure ulcer incidence and risk factors in ventilated intensive care patients. *Health Sci J* 2014, 8(3): 333-42.
30. Fuoco U, *et al.* Anaemia and serum protein alteration in patients with pressure ulcers. *Spinal Cord* 1997, 35: 58-60.
31. Casimiro C, García-De-Lorenzo A, Usán L. Prevalence of decubitus ulcer and associated risk factors in an institutionalized Spanish elderly population. *Nutrition* 2002, 18(5): 408-14.
32. Pieper B. Mechanical forces: pressure, shear, and friction. In: Bryant RA, Nix DP. Acute and chronic wounds: current management concepts. 3^a ed. St. Louis: Mosby 2007, 205-34.
33. Stratton RJ, *et al.* Enteral nutritional support in prevention and treatment of pressure ulcers: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Res Rev* 2005, 4(3): 422-50.
34. Ferreira IKC. Terapia Nutricional em Unidade de Terapia Intensiva. *Rev Bras Ter Int* 2007, 19(1): 90-7.
35. Marik PE, Zaloga GP. Early enteral nutrition in acutely ill patients: a systematic review. *Crit Care Med* 2001, 29: 2264-70.



Original/*Valoración nutricional*

Cutoff point of the phase angle in pre-radiotherapy cancer patients

Rachel Souza Thompson Motta¹, Ivany Alves Castanho² and Luis Guillermo Coca Velarde³

¹Brazilian National Cancer Institute José Alencar Gomes da Silva. ²Pedro Ernesto University Hospital. ³Department of Statistics at Federal Fluminense University, Brazil.

Abstract

Introduction: malnutrition is a common complication for cancer patients. The phase angle (PA), direct measurement of bioelectrical impedance analysis (BIA), has been considered a predictor of body cell mass and prognostic indicator. Cutoff points for phase angle (PA) associated with nutritional risk in cancer patients have not been determined yet.

Objectives: assess the possibility of determining the cutoff point for PA to identify nutritional risk in pre-radiotherapy cancer patients.

Methods: sample group: Patients from both genders diagnosed with cancer and sent for ambulatory radiotherapy. Variables studied: body mass index (BMI), percentage of weight loss (% WL), mid-arm circumference (MAC), triceps skinfold thickness (TST), mid-arm muscle circumference (MAMC), mid-arm muscle area (MAMA), score and categorical assessment obtained using the Patient-Generated Subjective Global Assessment (PG-SGA) form, PA and standardized phase angle (SPA). Kappa coefficient was used to test the degree of agreement between the diagnoses of nutritional risk obtained from several different methods of nutritional assessment. Cutoff points for the PA through anthropometric indicators and PG-SGA were determined by using Receiver Operating Characteristic (ROC) curves, and patient survival was analyzed with the Cox regression method.

Results: the cutoff points with the greatest discriminatory power were those obtained from BMI (5.2) and the categorical assessment of PG-SGA (5.4). The diagnosis obtained using these cutoff points showed a significant association with risk of death for the patients in the sample group.

Conclusion: we recommend using the cutoff point 5.2 for the PA as a criterion for identifying nutritional risk in pre-radiotherapy cancer patients.

(Nutr Hosp. 2015;32:2253-2260)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9626

Key words: Bioelectrical impedance. Cancer. Nutritional assessment. Anthropometry.

Correspondence: Rachel Souza Thompson Motta.
Rua Ministro Otávio Kelly, 467/1201 A.
CEP: 24220-300, Niterói, Rio de Janeiro, Brazil.
E-mail: rachelthomps@gmail.com

Recibido: 9-VII-2015.
Aceptado: 14-VIII-2015.

EL PUNTO DE CORTE DE ÁNGULO DE FASE EN PACIENTES CON CÁNCER EN LA PRE-RADIOTERAPIA

Resumen

Introducción: la desnutrición es una complicación frecuente en los pacientes con cáncer. El ángulo de fase (AF), medición directa del análisis de impedancia bioeléctrica (AIB), puede ser considerado un factor de predicción de la masa celular corporal e indicador de pronóstico. Los puntos de corte para el ángulo de fase (PA) que se asocian con el riesgo nutricional en pacientes con cáncer aún no han sido determinados.

Objetivos: evaluar la posibilidad de determinar el punto de corte para el AF para identificar riesgo nutricional en pacientes con cáncer antes de la radioterapia.

Métodos: grupo muestreado: pacientes de ambos sexos con diagnóstico de cáncer y enviados para radioterapia ambulatoria. Variables estudiadas: índice de masa corpórea (IMC), porcentaje de pérdida de peso (% PP), circunferencia del brazo (CB), pliegue cutáneo del tríceps (PCT), circunferencia muscular del brazo (CMB), área muscular del brazo (AMB), puntuación y evaluación categóricas obtenidas utilizando la Valoración Global Subjetiva Generada por el Paciente (VGS-GP), AF y ángulo de fase estandarizado (AFS). El coeficiente Kappa se utilizó para probar el grado de concordancia entre los diagnósticos de riesgo nutricional obtenidos de diferentes métodos de evaluación nutricional. Los puntos de corte del AF a través de indicadores antropométricos y VGS-GP se determinaron utilizando la curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*), y la supervivencia de los pacientes se analizó con el método de regresión de Cox.

Resultados: los puntos de corte con mayor poder discriminatorio fueron los obtenidos de IMC (5,2) y la evaluación categórica del VGS-GP (5,4). El diagnóstico obtenido mediante estos puntos de corte mostró una asociación significativa con el riesgo de muerte de los pacientes incluidos en este trabajo.

Conclusión: se recomienda utilizar el punto de corte 5.2 para el AF como criterio para la identificación de riesgo nutricional en pacientes con cáncer antes de la radioterapia.

(Nutr Hosp. 2015;32:2253-2260)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9626

Palabras clave: Impedancia bioeléctrica. Cáncer. Evaluación nutricional. Antropometría.

Abbreviations:

AUC: Area under the curve.
BIA: Bioelectrical impedance analysis.
BMI: Body mass index.
CI: Confidence intervals.
MAC: Mid-arm circumference.
MAMA: Mid-arm muscle area.
MAMC: Mid-arm muscle circumference.
PA: Phase angle.
PG-SGA: Patient-generated subjective global assessment.
R: Resistance.
ROC: Receiver operating characteristic.
SD: Standard deviations.
SPA: Standardized phase angle.
TST: Triceps skinfold thickness.
WHO: World Health Organization.
WL: Weight loss.
Xc: Reactance.
Z: Impedance.

Introduction

Malnutrition is a common complication for cancer patients, and its incidence varies between 40 and 80%, depending on tumor type, localization, stage and method of treatment¹. Its consequences include increase in risk of further complications, hindered response and tolerance to treatment, greater risk of infection, decreasing quality of life and life expectancy, increasing time in hospital, morbidity and mortality^{1,2,3,4,5}.

Several factors are involved in the development of malnutrition in cancer patients, related to the presence of the tumor, like metabolic changes and increased caloric demand for tumor growth and the side effects of treatment, that can lead to reduced appetite and mechanical difficulties to chew and swallow food³. Therefore nutritional assessment needs to be performed at the beginning of and throughout all the treatment^{3,4,6}, in order to identify patients who are at nutritional risk or malnourished, so as to initiate appropriate nutritional therapy^{1,7}.

Historically nutritional assessments have been carried out using anthropometric and biochemical parameters, and clinical and subjective evaluation^{8,9,10}. However, none of these methods is considered a "gold standard,"^{5,7,11} as they all have their limitations. These methods can be influenced by factors unrelated to nutritional status^{7,8,10,12}.

Malnutrition can be detected early through changes in the cell membrane and body fluids that are analyzed by using Bioelectrical Impedance Analysis (BIA)¹⁰. BIA is a simple, noninvasive and reproducible technique that has been validated for the assessment of body composition and nutritional status for various different types of patients, including patients with cancer¹³.

Such analysis is based on the measurement of the resistance (R) and reactance (Xc) to the passage of

an electrical current through human tissues⁷. The R, which reflects the opposition to an electrical current running through the body, is inversely proportional to the quantity of fluids. In the human body, lean mass is highly conductive, for containing a large quantity of water and electrolytes, thus representing a medium of low electrical resistance. Fat and bone, however, contain little water and electrolytes which means that they are bad conductors of electricity so they have high resistance. Reactance, though, is the opposition to the flow of the electric current as caused by the capacitance of the cell membranes, and variations may occur as influenced by its integrity, function and composition¹⁴.

Phase angle (PA) is a parameter obtained from the relation between the direct measurement of R and Xc, being calculated by the equation $PA = \arctan Xc/R \times 180^\circ/3.14$. The advantage of using PA is that it is applicable even on patients with alterations in fluids or whose body weight is immeasurable, making BIA even more applicable in clinical practice. It has been interpreted as an indicator of cell membrane integrity, reflecting the volume of cell mass and its functional state. Its values can vary between 0 and 90 degrees, with a healthy individual presenting PA values of approximately 4 to 10 degrees¹⁴. Lower phase angles suggest cell death or decreased cell integrity, while higher phase angles suggest large quantities of intact cell membranes⁸.

Cutoff points for PA associated to nutritional risk have not been determined yet¹⁵. While the relation between PA and other nutritional status markers is still under discussion, there is a need for further study¹⁶.

Considering how important it is to identify safe ways of assessing cell health and nutritional status in cancer patients undergoing treatment, the main aim of this study is to assess the possibility of determining a cutoff point for PA, with which to identify nutritional status in cancer patients, based on methods of nutritional assessment commonly used in clinical practice.

Methods

Sampling

The study group consists of 93 male and female patients above 18 years old who attended public health care system hospitals and Pedro Ernesto University Hospital and sent for outpatient radiotherapy at the high complexity oncology unit of this hospital. All of them had been given histopathological diagnoses, staging and treatment requests. The data collected for this study are part of nutritional risk diagnosis routine at the oncological nutritional outpatient clinic of this hospital and it was collected between May and November of 2009.

The protocol for this study was approved by the Pedro Ernesto University Hospital Research Ethics Committee (No. 2553), and all the patients signed a consent form as an agreement to participate.

Collected data

Data was collected during the first nutritional consultation prior to the first radiotherapy session, and the data was recorded on an electronic form with general information on each patient, their medical records, anthropometric nutritional assessment, Patient-Generated Subjective Global Assessment (PG-SGA), and BIA assessment.

Criteria for inclusion/exclusion

The patients were required to have been scheduled for radiotherapy that could be either exclusive, adjuvant, neoadjuvant, combined or not with chemotherapy in order to take part in the study. Patients scheduled for palliative radiation therapy were excluded.

Variables obtained through anthropometric assessment

Body mass index (BMI) – Cutoff points established by the World Health Organization (WHO) in 1998 were used to classify BMI¹⁷. Patients with BMI ≤ 18.5 kg/m² were considered at nutritional risk for statistical analysis.

Percentage of weight loss (%WL) – was interpreted according to Blackburn, with patients classified as being at nutritional risk if their weight loss was greater than 10% over a 6-month period¹⁸.

Mid-arm circumference (MAC) and triceps skinfold thickness (TST) – were measured as described by Heymsfield and collaborators¹⁹.

Mid-arm muscle circumference (MAMC) – was measured using the formula recommended by Frisancho²⁰.

Mid-arm muscle area (MAMA) – was obtained using the formula suggested by Grant and collaborators²¹.

It was used the 50 percentiles for sex and age put forward by Frisancho in 1990²² and NHANES III²³ to calculate percent of skinfold adequacy and circumferences and classified them according to Blackburn and Thornton²⁴, considering patients with adequacy under 90% at nutritional risk.

Variables obtained through BIA

The BIA was performed using a Biodynamics tetra polar model 450 device at the same time as anthropometric and PG-SGA measurements were taken during the morning, on fasting and according to the criteria defined by Heyward & Storlaczy²⁵, thus obtaining the R, Xc and PA values.

PA was standardized by using reference values for sex and age according to the following equation: Standardized Phase Angle (SPA) = [(observed PA – average

PA for sex and age) / Standard deviation of PA for sex and age].

Patients with values below –1.65 standard deviations (SD) were considered at nutritional risk, such value being considered as the minimum acceptable limit for a healthy population¹⁰.

Variables obtained through the PG-SGA

The PG-SGA data was collected through a questionnaire that patients classified as B or C and those with scores greater or equal to 4 in the numeric score were considered at nutritional risk²⁶.

Statistical analysis

Kappa coefficient was used to test the degree of agreement between methods of nutritional assessment in the nutritional risk diagnoses. The following criteria was used to interpret the kappa values: $k < 0.2$ – poor agreement; $0.21 \leq k \leq 0.40$ – fair agreement; $0.41 \leq k \leq 0.60$ – moderate agreement; $0.61 \leq k \leq 0.80$ – good agreement; $k > 0.80$ – very good agreement²⁷.

Cutoff points for PA were determined by using anthropometric indicators and the PG-SGA as golden standards with Receiver Operating Characteristic (ROC) curves.

The area under the curve (AUC) and the 95% confidence intervals (CI) was determined. The greater the AUC, the greater the discriminatory power of the PA; a 95% CI should not include the value 0.50.

Assessment of patient survival according to the phase angle cutoff points identified was performed using Cox regression analysis.

For statistical purposes, significance level was set at 5% ($p < 0.05$).

Results

This study investigated 93 patients with cancer, 72% were male ($n = 67$) and 28% were female ($n = 26$).

Considering the sample group as a whole, 53.8% ($n = 50$) were recommended for adjuvant radiation therapy, 39.8% ($n = 37$) for exclusive radiation therapy, and 6.4% ($n = 6$) for neoadjuvant radiation therapy.

Prostate cancer was the most common cancer among the males, with 52.2% ($n = 35$), followed by oropharynx (20.9 %, $n = 14$), rectal (11.9%, $n = 8$), hematological (6%, $n = 4$), bladder (1.5%, $n = 1$), esophagus (1.5%, $n = 1$), lung (1.5%, $n = 1$), testicular (1.5%, $n = 1$), bone (1.5%, $n = 1$), neurological (1.5%, $n = 1$). For females, the breast cancer was the most common type of cancer, with 38.5% ($n = 10$), followed by gynecological (23.1%, $n = 6$), rectal (11.5%, $n = 3$), oropharynx (7.7 %, $n = 2$), hematological (7.7%, $n = 2$), urethra 1 (3.8%, $n = 1$), lung (3.8%, $n = 1$), neurological (3.8%, $n = 1$).

Table I shows the characteristics of the study group. On average they were 62 years old, they were classified as overweight according to BMI, and at nutritional risk according to PG-SGA score.

According to the categorical assessment of PG-SGA, 88.2% (n=82) of the patients in the sample group were classified as being well-nourished, and 11.8% (n=11) were moderately malnourished or at risk of malnourishment. No patients were found to be severely malnourished.

Table I <i>Characteristics of the study group</i>	
<i>Variable</i>	<i>Median and Standard Deviation</i>
Age (years)	62±12.74
BMI (kg/m ²)	25.95±4.11
% WL (%)	0.37±17.58
MAC (cm)	29.83±4.04
TST (mm)	16.85±7.27
MAMC (cm)	24.53±3.29
MAMA (cm ²)	39.77±12.3
PG-SGA score (points)	4±4
PA (°)	5.95±1.00
SPA	-1.04±0.98

BMI=body mass index; %WL=percentage of weight loss; MAC=mid-arm circumference; TST=triceps skinfold thickness; MAMC=mid-arm muscle circumference; MAMA=mid-arm muscle area; PG-SGA=patient generated subjective global assessment; PA=phase angle; SPA=standardized phase angle.

Different percentages of patients at nutritional risk were found according to the different study variables (Table II). Using BMI, only 4.3% (n=4) of the patients were at nutritional risk, while for the other nutritional assessment methods the values varied from 11.8% (n=11) for the PG-SGA categorical to 60.5% (n=49) for the MAMA.

Table III shows the agreement in diagnosing nutritional risk between the study variables according to kappa coefficient. Very good agreement was not found between any of the variables. The only good agreement found was between MAC and TST (k=0.62), and moderate agreement was found between MAC and MAMC (k=0.51), AC and MAMA (k=0.49), MAMC and MAMA (k=0.48) and %WL and PG-SGA categorical (k=0.46). The other agreement coefficients found were either fair or poor.

The PA cutoff points established using the ROC curves from each nutritional assessment method can be found in table IV. All the areas under the curve were above 0.5, though the confidence interval of the ROC curve for MAMC included 0.5. The cutoff points varied from 5.2 (BMI) to 6.1 (MAMA).

Table V shows the risk of death according to Cox Regression for diagnoses generated using the PA cutoff points found in this research. The cutoff points obtained using BMI and the categorical assessment of PG-SGA can be considered independent prognostic factors for the survival of these patients.

Discussion

In this study the nutritional risk was assessed for patients of both genders with cancer prior to radiothe-

Table II					
Nutritional Risk by study variables					
Variable	Nutritional Risk				n
	Yes		No		
	Frequency	%	Frequency	%	
BMI	4	4.3	89	95.7	93
%WL	16	17.2	77	82.8	93
MAC	28	30.1	65	69.9	93
TST	24	26.1	68	73.9	92
MAMC	42	45.7	50	54.3	92
MAMA	49	60.5	32	39.5	81
PG-SGA score	38	40.9	55	59.1	93
PG-SGA Categorical	11	11.8	82	88.2	93
SPA	21	22.6	72	77.4	93

BMI=body mass index; %WL=percentage of weight loss; MAC=mid-arm circumference; TST=triceps skinfold thickness; MAMC=mid-arm muscle circumference; MAMA=mid-arm muscle area; PG-SGA=patient generated subjective global assessment; PA=phase angle; SPA=standardized phase angle.

Table III
Agreement of nutritional risk diagnosis between study variables according to kappa coefficient (k)

	BMI	%WL	MAC	TST	MAMC	MAMA	PG-SGA score	PG-SGA categorical	SPA
BMI	X	0.26	0.19	0.23	0.07	0.05	0.12	0.36	0.09
%WL	X	X	0.20	0.26	0.12	0.09	0.23	0.46	0.18
MAC	X	X	X	0.62	0.51	0.49	0.30	0.10	0.14
TST	X	X	X	X	0.34	0.25	0.24	0.14	0.14
MAMC	X	X	X	X	X	0.48	0.11	0.04	0.11
MAMA	X	X	X	X	X	X	0.16	0.10	0.09
PG-SGA score	X	X	X	X	X	X	X	0.27	0.25
PG-SGA categorical	X	X	X	X	X	X	X	X	0.26
SPA	X	X	X	X	X	X	X	X	X

k < 0.2 – poor agreement; 0.21 ≤ k ≤ 0.40 – fair agreement; 0.41 ≤ k ≤ 0.60 – moderate agreement; 0.61 ≤ k ≤ 0.80 – good agreement; k > 0.80 – very good agreement.; BMI=body mass index; %WL=percentage of weight loss; MAC=mid-arm circumference; TST=triceps skinfold thickness; MAMC=mid-arm muscle circumference; MAMA=mid-arm muscle area; PG-SGA=patient-generated subjective global assessment; PA=phase angle; SPA=standardized phase angle.

Table IV
PA cutoff points and areas under the curve (AUC) according to ROC curve

	Cutoff point	AUC	CI 95%
BMI	5.2	0.92	0.73-1.10
%WL	5.9	0.70	0.55-0.85
MAC	5.9	0.65	0.52-0.77
TST	5.7	0.65	0.51-0.78
MAMC	6.1	0.60	0.48-0.71
MAMA	6.1	0.68	0.56-0.79
PG-SGA score	5.9	0.72	0.61-0.83
PG-SGA categorical	5.4	0.84	0.69-0.99

BMI=body mass index; %WL=percentage of weight loss; MAC=mid-arm circumference; TST=triceps skinfold thickness; MAMC=mid-arm muscle circumference; MAMA=mid-arm muscle area; PG-SGA=patient-generated subjective global assessment; PA=phase angle; SPA=standardized phase angle.

Table V
Risk of death through Cox Regression for diagnostics generated using the PA cutoff points found

Variable	Relative Risk	p-value
BMI PA (1: ≤ 5.2 and 0: > 5.2)	2.84	0.015
%WL PA (1: ≤ 5.9 and 0: > 5.9)	1.84	0.17
MAC PA (1: ≤ 5.9 and 0: > 5.9)	1.84	0.17
TST PA (1: ≤ 5.7 and 0: > 5.7)	2.08	0.087
MAMA PA (1: ≤ 6.1 and 0: > 6.1)	1.32	0.53
PG-SGA score PA (1: ≤ 5.9 and 0: > 5.9)	1.84	0.17
PG-SGA categorical PA (1: ≤ 5.4 and 0: > 5.4)	2.85	0.015

BMI PA=Cutoff point for phase angle obtained from body mass index; %WL PA=Cutoff point for phase angle obtained from percentage of weight loss; MAC PA=Cutoff point for phase angle obtained from mid-arm circumference; TST PA=Cutoff point for phase angle obtained from triceps skinfold thickness; MAMA PA=Cutoff point for phase angle obtained from mid-arm muscle area; PG-SGA PA=Cutoff point for phase angle obtained from patient-generated subjective global assessment; 1: nutritional risk, and 0: no nutritional risk.

rapy. In clinical practice, it is important the early identification of patients at greatest risk that allows appropriate nutrition intervention, leading to improvements in nutritional status, quality of life, patient satisfaction and a better recovery¹.

As the sample group was composed of patients undergoing curative treatment it was not verified weight loss among them. Furthermore, 58.2% (n=35) of the men had prostate cancer, and 38.5% (n=10) of the females had breast cancer. Published studies have shown the high prevalence of obesity and overweight with these two types of disease, with obesity considered a risk factor to poor outcomes^{28,29}.

The use of anthropometry, mainly BMI, for assessing nutritional risk in cancer patients has received criticism in recent studies because of the method's limitations. Anthropometric criteria are only useful for better assessing chronic malnutrition, as changes in body composition occur later on in the malnourishment process⁹ and also are time consuming and require well-trained staff³⁰. As found in this study, BMI on its own was shown to be an indicator that underestimates nutritional risk because only 4.3% of the patients were classified as malnourished by these criteria.

Regarding the agreement assessment through the kappa coefficient, it was found that only MAC and TST showed good agreement and MAC and MAMC, MAC and MAMA, MAMC and MAMA and %WL and PG-SGA categorical showed moderate agreement. For the other methods agreements were fair or poor, suggesting that each method may reveal a different aspect of malnutrition. This better agreement, found between skinfold and circumferences was expected, as they are part of a similar type of assessment and each one relies on the other. The moderate agreement between %WL and PG-SGA categorical can be explained by the fact that this subjective assessment takes into consideration the weight loss that the patients undergo, among other factors. Studies with similar methodology also found poor agreement between nutritional assessment parameters, in chronic kidney disease patients³¹, hospitalized patients^{9,32} and surgical patients^{7,11}.

In this study, we cannot affirm whether there would be poor agreement between these methods in patients with more-aggressive and quicker-evolving types of cancer, as most patients were diagnosed with prostate cancer, where the disease progression does not greatly impacted the deterioration of the nutritional status.

It has been suggested that a combination of several methods of nutritional assessment should be used to identify nutritional risk, considering that only one method is not sensitive enough to correctly assess nutritional status and each one complements the others⁴⁵ though in clinical practice that is impossible to do for all patients most of the time, as it requires time, human and financial resources. Capra recommends that nutritional screening be conducted as soon as possible, so that intervention can take place immediately for patients at nutritional risk, for whom undergoing

multiple measurements just for improving diagnostic precision would be a waste of time and money. Furthermore, this author points out that Subjective Global Assessment as a screening method is sensitive and specific enough to identify malnutrition and that its simplicity and precision continue to show superiority over more-complex methods³³.

Although there is not any method of nutritional assessment universally accepted as being ideal for cancer patients, the Brazilian National Cancer Institute José Alencar Gomes da Silva³, the Oncology Nutrition Practice Group of the American Diet Association⁵ as well as a number of studies^{1,2,6} all endorse the PG-SGA as a screening and nutritional assessment tool for these patients. Nevertheless, there are some significant limitations when using the method in clinical practice, as it relies on the patients collaborating by responding to weight loss and dietary intake related questions, and there are existing studies already addressing the difficulty that patients have in remembering their weight from the previous year^{4,26} and specifying what they ate over the last month, as well as limitations relating to a low level of awareness⁴.

More recently, use of the BIA derived PA in nutritional assessment has awoken interest for being a direct method, not using regression equations, not requiring a constant level of hydration or weight and height measurements. Furthermore, it is noninvasive, quick and objective in determining nutritional risk, while screening tools, though noninvasive as well, require more time and they are partially subjective¹⁰. PA cutoff points associated with nutritional risk have not been determined yet¹⁵. Most authors have proposed cutoff points within the study population, mainly using median or lower quartile or cutoff points created in comparing with a healthy control group, and these cutoff points are therefore not necessarily transferable to other populations so they may not be applicable in general medical practice³⁴.

The results from the ROC curve demonstrate that it was possible to identify cutoff points for all the variables except for the MAMC. No single cutoff point was obtained, the values varied from 5.2 (BMI) to 6.1 (MAMA), with the highest area under the curve found for the value 5.2, generated using BMI, and 5.4, generated using the PG-SGA categorical, respectively, thus representing the cutoff points with the greatest discriminatory power. These results suggest that the cutoff point 5.2 is the most appropriate to be used with these patients.

Next, survival by using the Cox regression method was assessed, which separately predicts risk of death using diagnoses based on the cutoff points found, with the aim of identifying prognostic factors.

The only cutoff points found to have a significant association with risk of death were the ones generated using BMI (5.2) and PG-SGA categorical (5.4), which presented similar relative risks (2.84 and 2.85) and an identical p-value (0.0015), meaning they are potential

predictors of death (Table VI). According to the literature, values between 4.5 and 5.6 were suggested as prognostic indicators of survival in patients with breast cancer (5.6), advanced pancreatic cancer (5.01), colorectal cancer (5.57) and non-small cell lung cancer (5.3 and 4.5)^{8,12,13,30,35}.

This study recommends the cutoff point 5.2, obtained using BMI, and 5.4, obtained using the categorical assessment of PG-SGA, as being adequate for assessing nutritional risk in pre-radiotherapy cancer patients.

Conclusion

In this study, we were able to determine PA cutoff points by using the ROC curve for each of the criteria for assessing nutritional risk, except for MAMC. The cutoff points that presented the greatest discriminatory power were the ones obtained by using BMI and the categorical assessment of PG-SGA, with values of 5.2 and 5.4, respectively. Coincidentally, the diagnosis resulting from these cutoff points obtained a significant association with risk of death in patients from the sample group. This suggests that the cutoff point of 5.2 is a criterion for identifying nutritional risk in pre-radiation cancer patients.

The limitations of this study were that the assessments done in patients with different tumor types that included cancer of the prostate and breast, which have less impact on nutritional state, and the sample group for more aggressive tumors was smaller, therefore further studies need to be conducted using more homogeneous sample groups with more patients in order to confirm the findings presented here.

References

1. 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): 779-785.
2. Amaral T F, Antunes A, Cabral S, Alves P, Kent Smith L. An evaluation of three nutritional screening tools in a Portuguese oncology centre. *J Hum Nutr Diet* 2008; 21: 575-583.
3. Brasil. Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Câncer. Consenso Nacional de Nutrição Oncológica. Rio de Janeiro: INCA, 2009.
4. Peres G B, Valim G S, Silva V L, El-Kik R M. Comparação entre métodos de Avaliação Subjetiva Global em oncologia. *Revista Ciência & Saúde* 2009; 2(1): 37-42.
5. Andreoli A, De Lorenzo A, Cadeddu F, Iacopino L, Grande M. New trends in nutritional status assessment of cancer patients. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2011; 15: 469-480.
6. 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.
7. Meireles M S, Wazlawik E, Bastos J L, Garcia M F. Comparison between nutritional risk tools and parameters derived from bioelectrical impedance analysis with subjective global assessment. *J Acad Nutr Diet* 2012; 112(10): 1543-1549.
8. Gupta D, Lammersfeld C A, Vashi P G, et al. Bioelectrical impedance phase angle in clinical practice: implications for prog-

nosis in stage IIIB and IV non-small cell lung cancer. *BMC Cancer* 2009; 9: 37.

9. Cardinal T R, Wazlawik E, Bastos J L, Nakazora L M, Scheunemann L. Standardized phase angle indicates nutritional status in hospitalized preoperative patients. *Nutr Res* 2010; 30(9): 594-600.
10. Paiva SI, Borges L R, Halpern-Silveira D, Assunção M C F, Barros A J D, Gonzalez M C. Standardized phase angle from bioelectrical impedance analysis as prognostic factor for survival in patients with cancer. *Support Care Cancer* 2011; 19: 187-192.
11. Scheunemann L, Wazlawik E, Bastos L, Cardinal T R, Nakazora L M. Agreement and association between the phase angle and parameters of nutritional status assessment in surgical patients. *Nutr Hosp* 2011; 26(3): 480-487.
12. Gupta D, Lis C G, Dahlk S L, Vashi P G, Grutsch J F, Lammersfeld C A. Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic indicator in advanced pancreatic cancer. *Br J Nutr* 2004; 92: 957-962.
13. Gupta D, Lammersfeld C A, Vashi P G, et al. Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic indicator in breast cancer. *BMC Cancer* 2008; 8: 249.
14. Barbosa-Silva M C, Barros A J D, Wang J, Heymsfield S B, Pierson Jr R N. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. *Am J Clin Nutr* 2005; 82: 49-52.
15. Kyle U G, Soundar E P, Genton L, Pichard C. Can phase angle determined by bioelectrical impedance analysis assess nutritional risk? A comparison between healthy and hospitalized subjects. *Clin Nutr* 2012; 31(6): 875-881.
16. Eickemberg M, de Oliveira C C, Roriz A K C, Sampaio L R. Bioimpedância elétrica e sua aplicação em avaliação nutricional. *Rev Nutr* 2011; 24(6): 873-882.
17. World Health Organization. Obesity Preventing and managing the Global Epidemic. Report of a WHO Consultation on Obesity. Geneva, WHO/NUT/NCD 1998.
18. Blackburn G L, Bistrian B R. Nutritional and metabolic assessment of the hospitalized patient. *JPEN*. 1977; 1: 11-22.
19. Heymsfield S B, Baumgartner R N, Pan S F. Nutritional assessment of malnutrition by anthropometric methods. In: Shils M E, Olson J A, Shike M, Ross A C, eds. *Modern nutrition in health and disease*. 9th ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1999: 903-22.
20. Frisancho A R. Triceps skinfold and upper arm size: Norms for assessment of nutritional status. *Am J Clin Nutr* 1975; 27: 1052.
21. Grant J P, Custer, P B, Thurlow J. Current Techniques of nutritional assessment. *Surg Clin North Am* 1981; 62: 437.
22. Frisancho A R. Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status. University of Michigan, 1990: 189.
23. McDowell M A, Fryar C D, Ogden C L. Anthropometric reference data for children and adults: United States, 1988-1994. National Center for Health Statistics. *Vital Health Stat* 2009; 11: 249.
24. Blackburn G L, Thornton P A. Nutritional assessment of the hospitalized patient. *Med Clin North America* 1979; 63: 1103-1115.
25. Heyward V H, Stolarczyk L M. Avaliação da composição corporal. São Paulo: Editora Manole, 2000.
26. Gonzalez M C, Borges L R, Silveira D H, Assunção M C F, Orlandi S P. Validação da versão em português da avaliação subjetiva global produzida pelo paciente. *Rev Bras Nutr Clin* 2010; 25(2): 102-108.
27. Altman D G. *Practical Statistics for Medical Research*, 1st edn. London: Chapman & Hall, 1991.
28. MacInnis R J, English D R, Gertig D M, Hopper J L, Giles G G. Body Size and Composition and Prostate Cancer Risk. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev* 2003 Dec; 12: 1417-1421.
29. Coronha A L, Camilo M E, Ravasco P. A importância da composição corporal no doente oncológico. *Acta Med Port* 2011; 24(S4): 769-778.
30. Gupta D, Lammersfeld C A, Burrows J L, et al. Bioelectrical impedance phase angle in clinical practice: implications for

- prognosis in advanced colorectal cancer. *Am J Clin Nutr* 2004; 80: 1634-1638.
31. Oliveira C M C de, Kubrusly M, Mota R S, Silva C A B da, Oliveira V N. Desnutrição na insuficiência renal crônica: qual o melhor método diagnóstico na prática clínica? *J Bras Nefrol* 2010; 32(1): 57-70.
 32. Merhi V A L, Ravelli M N, Ferreira D V M, De Oliveira M R M. Relação de concordância entre avaliação subjetiva global e o índice de massa corporal em pacientes hospitalizados. *Alim Nutr* 2007; 18(4): 375-380.
 33. Capra S. Nutrition assessment or nutrition screening - How much information is enough to make a diagnosis of malnutrition in acute care? *Nutrition* 2007; 23: 356-357.
 34. Norman K, Stobäus N, Zocher D, Bosy-Westphal A, Szramek A, Scheufele R, et al. Cutoff percentiles of bioelectrical phase angle predict functionality, quality of life, and mortality in patients with cancer. *Am J Clin Nutr* 2010; 92: 612-619.
 35. Toso S, Piccoli A, Gusella M, et al. Altered tissue electric properties in lung cancer patients as detected by bioelectric impedance vector analysis. *Nutrition*. 2000; 16: 120-124.



Original/*Valoración nutricional*

Evaluación del riesgo tóxico por la presencia de fluoruro en aguas de bebida envasada consumidas en Canarias

Juan Ramón Jáudenes Marrero¹, Arturo Hardisson de la Torre¹, Angel José Gutiérrez Fernández^{1*}, Carmen Rubio Armendáriz¹ y Consuelo Revert Gironés²

¹Área de Toxicología. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de La Laguna. S/C de Tenerife. ²Área de Fisioterapia. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de La Laguna (S/C de Tenerife), España.

Resumen

Introducción: el flúor, como hormetina, es necesario en el organismo para evitar las caries, pero en cantidades excesivas puede llevar a efectos tóxicos adversos como la fluorosis dental o la fluorosis invalidante. Así, será importante no sobrepasar de forma crónica las IDR (Ingestas Diarias Recomendadas) para cada rango de edad y sexo. Se asume que la principal fuente de aporte de fluoruros es el agua.

Objetivos: establecer las concentraciones de fluoruro en determinadas marcas de agua envasada que se consumen en Canarias, para renovar los datos ya desactualizados, y hacer la correspondiente evaluación del riesgo tóxico.

Método: se han utilizado 25 muestras de siete marcas registradas y comercializadas diferentes, siendo analizadas mediante determinación potenciométrica con electrodo ion selectivo de fluoruro.

Resultados: todas las marcas de agua analizadas cumplen con los criterios de calidad según la legislación actual española, ninguna puede considerarse “agua fluorada” y todas se pueden usar en la preparación de alimentos infantiles. Además, según las ingestas diarias de agua recomendadas por la EFSA para cada rango de edad, no se supera la IDR para ningún individuo mayor de cuatro años ni para ninguna de las marcas de agua analizadas.

Conclusiones: las aguas envasadas producidas en Canarias tienen niveles de fluoruro similares a las producidas en la península (todas en un rango de 0,24 a 0,62 mg/L). Los individuos sobre los que recaen las restricciones más amplias de consumo de agua son los menores de un año, pero en cualquier caso, a medida que el individuo crece va aumentando la permisibilidad del aporte de fluoruros (aumenta hasta los 19 años) y, por tanto, aumenta la variedad de aguas envasadas que se pueden consumir sin superar la IDR. En ciertos lugares de la Comunidad Autónoma

TOXIC RISK ASSESSMENT OF FLUORIDE PRESENCE IN BOTTLED WATER CONSUMPTION IN THE CANARY ISLANDS

Abstract

Introduction: fluorine, as an hormetin, is necessary in the organism to avoid caries; but large amounts can produce toxic side effects such as dental fluorosis or skeletal fluorosis. Thus, it is important not to exceed chronically the RDIs (Recommended Daily Intakes) per each age and sex range. It is assumed that the main fluoride source is water.

Objectives: to establish fluoride concentrations at certain bottled water brands being consumed in the Canary Islands for renovating the outdated data, and to evaluate the subsequent toxic risk.

Method: 25 samples have been used from 7 different registered and commercialized brands, being analyzed by a potentiometer with a fluoride ion selective electrode.

Results: all analyzed water brands satisfied quality criteria according to the Spanish law, no one could be considered “fluorinated water” and all of them could be used to prepare baby food. Moreover, according to the recommended daily water intake by the EFSA per each age range, no water analyzed brand could exceed the RDI for no one over 4 years old.

Conclusions: the bottled waters that are produced in the Canary Islands have similar fluoride concentrations than those that are produced in the Peninsula (all of them have a data range between 0.24 and 0.62 mg/L). The individuals who have more water restrictions are those under 1 year old; but in any case, while the child is growing up, the levels of fluoride consumption can be higher (until 19 years old) and therefore the water brands variety that can be drunk, without exceeding the RDI, is also higher.

Correspondencia: Angel José Gutiérrez Fernández.
Área de Toxicología, Facultad de Ciencias de la Salud,
Campus de Ofra s/n, 38071. Universidad de La Laguna.
Santa Cruz de Tenerife, España.
E-mail: ajguti@ull.es

Recibido: 29-VII-2015.
Aceptado: 19-VIII-2015.

ma Canaria sería recomendable consumir agua envasada respecto al agua de abastecimiento público.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:2261-2268)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9701

Palabras clave: *Fluoruro. Agua envasada. Fluorosis dental. Ingesta Diaria Recomendada. Evaluación del riesgo.*

Abreviaturas

IDR: Ingesta Diaria Recomendada.

TISAB: Total Ionic Strength Adjustment Buffer.

CDTA: Ácido 1,2-diaminociclohexanotetracético.

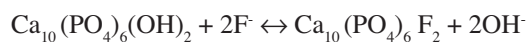
AECOSAN: Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición.

EFSA: European Food Safety Authority.

Introducción

El Flúor es el elemento más electronegativo de la tabla periódica, lo cual le confiere una gran reactividad química, así como propiedades fisiológicas de la máxima importancia para la salud humana. En la década de los años 30 ya se empezó a observar que el flúor ejerce una influencia particular sobre la dentadura, lo cual precipitó el desarrollo de sus investigaciones¹.

La principal vía de absorción de los fluoruros es el tracto gastrointestinal, donde el proceso se produce de forma pasiva (la biodisponibilidad puede decrecer según la forma en la que se presente el fluoruro o la presencia de otros iones como el Ca^{+2}); además se asume que el principal responsable de este aporte es el agua que consumimos. Una vez se produce la distribución del fluoruro, vemos como se deposita principalmente en el esqueleto y los dientes, sobre todo si el hueso está en proceso de crecimiento; el único tejido blando donde puede encontrarse fluoruro es en la aorta cuando sufre el proceso de calcificación. Este hecho podría explicarse porque éstos tejidos están formados por compuestos cálcicos como la hidroxiapatita, lo cual daría lugar en presencia de fluoruros a la formación de fluorapatita; se ha propuesto la siguiente reacción¹:



La formación de fluorapatita en el diente proporcionará una mayor dureza y por tanto una mayor protección frente a las caries, reduciendo los casos en un 50%; ello también se explica por la inhibición que se produce de las enzimas de los lactobacilos que producen ácido láctico a partir de hidratos de carbono, lo cual daría lugar a las caries.

A pesar de ello, también se ha observado una opacidad y decoloración del esmalte dentario junto con una desfiguración de los dientes en aquellas zonas donde la cantidad de fluoruro en el agua de consumo era alta. A este estado de los dientes se le denomina fluorosis

In some places in the Canary Islands, it would be advisable to consume bottled water in place of tap water.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:2261-2268)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9701

Key words: *Fluoride. Bottled water. Dental fluorosis. Recommended Daily Intake. Risk assessment.*

dental endémica crónica o más comúnmente “dientes moteados”. De forma más grave se puede llegar a apreciar un aumento de la densidad del hueso (perceptible radiográficamente en los adultos, pero que no se puede llegar a diagnosticar hasta una fase avanzada), ocasionando al principio síntomas parecidos a la osteoartritis, pero finalmente llega a rigidez de la columna, caja torácica (disnea de esfuerzo) y articulaciones e incluso a cifosis; es una fluorosis invalidante. También se pueden dar manifestaciones neurológicas derivadas de las consecuencias esqueléticas (radiculitis por compresión), manifestaciones viscerales como anemia, gastritis, alteraciones tiroideas o alteración renal con aminoaciduria, y manifestaciones metabólicas como diversos bloqueos enzimáticos tales como la glucólisis (alteración muscular)¹. Además, en los últimos tiempos se han visto indicios de que podría afectar al neurodesarrollo infantil².

De este modo podemos observar como el Flúor es un elemento necesario para el organismo pero a su vez se le debe establecer unos límites para evitar que se produzcan efectos tóxicos; estas características son las propias de una Hormetina, pudiendo clasificar al flúor como tal. Por ello, se establece una Ingesta Diaria Recomendada (IDR) en función de la edad y el sexo, para cumplir los requerimientos nutricionales.

Objetivos

Se establecen los siguientes objetivos:

- Determinar la concentración de fluoruro en determinadas marcas de agua de bebida envasada. Más concretamente se han seleccionado las marcas registradas: Fuentealta®, Fonteide®, Lanjarón Salud®, Solán de Cabras®, Font Vella Sacalm®, Aquarel Abetos® y Vichy Catalán®. Todas ellas aguas minerales naturales, excepto Fuentealta que es agua de manantial. Seleccionadas siguiendo el criterio de estar entre las aguas de mayor consumo a nivel nacional³ pero forzando la selección de Fuentealta® y Fonteide® para tener algún representante del territorio donde se realiza el análisis (Canarias), y Vichy Catalán® para incluir un representante históricamente conocido por tener grandes cantidades de fluoruro. De este modo se podrán renovar los datos ya desactualizados en concentración de fluoruros en aguas de bebida envasada.

- Evaluar la ingesta de fluoruro que se produciría con cada una de las marcas de agua embotellada, para los distintos grupos poblaciones y respecto a sus IDRs.

Métodos

Muestras

Se analizaron 25 muestras tomadas a partir de botellas individuales que fueron adquiridas en una gran superficie comercial y que podían pertenecer o no, al mismo lote de producción. El agua de todas las muestras se encontraba envasada en botellas de plástico a excepción del agua de Vichy Catalán® que solo se presenta a disposición del público en botellas de vidrio. Se adquirieron en la última semana de septiembre de 2014 a temperatura ambiente y nunca se refrigeraron. Permanecieron a temperatura ambiente, resguardadas de la luz del sol y la humedad, en un lugar fresco y seco; y permanecieron cerradas hasta el momento en que se realizó la toma de muestras, en la primera quincena de octubre, realizando la medición inmediatamente después.

A continuación se presenta la tabla I que relaciona la marca registrada, el nombre del manantial del que cada marca extrae el agua, el lugar de explotación de ese manantial, el tipo de botella usado y el nº de muestras de cada una.

Disoluciones

- Disolución madre de fluoruro 10^{-1} M preparada a partir de NaF disuelto en agua desionizada (4,199 g en 1 L).
- Disolución TISAB-CDTA, de composición: 58 g NaCl, 4g CDTA (Ácido 1,2-diaminociclohexanotetracético) y 57 mL de ácido acético glacial enrasados a 1L tras ajustar el pH a 5-5,5 con una disolución previamente preparada de NaOH al 50% P/V (125 g de lentejas de NaOH introducidas con

ayuda de un embudo en un matraz aforado de 250 mL, disueltas y enrasadas).

Aparatos

Potenciómetro con electrodo de ión selectivo de fluoruro de la marca CRISON y pHmetro de la misma marca.

Método de análisis

El método utilizado está basado en el método oficial español para el análisis de fluoruros en aguas de consumo público según la AECOSAN (Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición), especificado en la Orden de 17 de septiembre de 1981 en su Anexo II⁴, en donde se establecen métodos oficiales de análisis de aguas (único punto no derogado por la Orden de 1 de Julio de 1987⁵), que consiste en la determinación del contenido de fluoruro en mg/L, mediante comparación de la medición de un electrodo específico del ion fluoruro, con la curva de calibrado previamente construida con una serie de diluciones de una disolución madre. Este método ha sido validado además por diversos estudios^{6,7}.

El fundamento del método radica en un electrodo de membrana cuyo elemento selectivo es un cristal de tierra rara muy insoluble, como puede ser LaF_3 , que sólo es permeable a iones fluoruro; de ahí su especificidad. Dentro del electrodo se establece un contacto eléctrico entre un alambre de Ag/AgCl y una disolución introducida de NaF y NaCl 0,1 M, y de esta forma cuando el cristal entra en contacto con una disolución problema se produce una diferencia de potencial que dependerá de la concentración de iones fluoruro en contacto con la superficie del cristal⁶. Esta relación viene dada por la ecuación de Nernst, donde influye la actividad de los iones fluoruro que a su vez depende del coeficiente de actividad y la fuerza iónica.

Para hacer equivalente las medidas de las actividades que registran los electrodos, con las medidas de las

Tabla I
Características de las muestras tomadas según marca registrada

Marca registrada	Nombre del manantial	Lugar de explotación	Tipo de botella	Nº de muestras
Fuentealta®	Fuentealta	Vilaflor (Santa Cruz de Tenerife)	Plástico 50cL	5
Fonteide®	Fonteide	La Orotava (Santa Cruz de Tenerife)	Plástico 50cL	5
Lanjarón Salud®	Salud	Lanjarón (Granada)	Plástico 75cL	3
Solán de Cabras®	Fuente de Solán de Cabras	Beteta (Cuenca)	Plástico 50cL	3
Font Vella Sacalm®	Font Sacalm	Sant Hilari Sacalm (Girona)	Plástico 50cL	3
Aquarel Abetos®	Los Abetos	Arbúcies (Girona)	Plástico 33cL	3
Vichy Catalán®	Vichy Catalán	Caldes de Malabella (Girona)	Vidrio 50cL	3

concentraciones, conviene que haya una concentración salina adecuada. Además para evitar las interferencias, se usaran agentes complejantes que evitan que cationes polivalentes (Si^{+4} , Al^{+3} o Fe^{+2}) formen complejos solubles con el fluoruro y hagan indetectables cantidades del ion. Junto con esto, hemos de tener en cuenta el control del pH, ya que en disoluciones ácidas ($\text{pH} < 5$) los iones H^+ se combinan con los iones F^- , reduciendo su concentración detectable en la disolución analizada; y en disoluciones básicas ($\text{pH} > 8$) los iones OH^- pueden dificultar e interferir en la respuesta del electrodo. Por ello se recurren a disoluciones acondicionadoras como TISAB (Total Ionic Strength Adjustment Buffer) que contienen cloruro sódico y acético glacial (ajustándose a pH adecuado con disolución NaOH), siendo la indicada en el caso del agua aquella que usa el CDTA como complejante, tal y como se indica en el método oficial español y que se corrobora en diversos estudios⁸.

De este modo lo primero que se hizo, cada uno de los días que se realizaron nuevas mediciones, fue calibrar el aparato con dos disoluciones comerciales de la casa CRISON de pH 7 y pH 4 (permanentemente refrigeradas, pero puestas a temperatura ambiente a la hora de la calibración) y un pHmetro, y posteriormente a partir de la disolución madre de fluoruro que se preparó previamente, se prepararon diluciones seriadas para obtener concentraciones de 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} y 10^{-5} M, las cuales se midió su potencial para elaborar una representación gráfica de naturaleza semilogarítmica, que se linealizó para obtener la ecuación de una recta que se usó como patrón para extrapolar los datos de potencial, que se obtuvieron de las mediciones de la muestra problema analizadas ese día; es necesario realizar este proceso diariamente debido a la naturaleza variable de los parámetros constantes de estos aparatos según instrucciones del aparato y bibliografía. Tanto para las mediciones de los patrones

como para las muestras problemas, se tomaron 10 mL de alícuota en un recipiente plástico (el vidrio, debido a su composición podría interferir en la concentración de fluoruro medible, lo cual se evita con el uso de polímeros que componen el plástico) y a ello se añadió 10 mL de disolución acondicionadora TISAB-CDTA. Durante las mediciones se usó un agitador magnético para crear una agitación constante, que homogenice la disolución, obteniendo así una buena lectura.

Resultados

Una vez obtenidos los datos de potencial de cada muestra en mV, se trataron para que, a partir de la recta patrón realizada cada día respectivamente (ambas con buenos coeficientes de correlación, del orden de 0,9918 y 0,9876), extrapolar la concentración de fluoruros (al realizarlo con la ecuación linealizada, obtuvimos de forma directa el logaritmo neperiano de la concentración, al cual le aplicamos el antilogaritmo para obtener la concentración Molar; teniendo en cuenta el PM de flúor (se tomó el valor redondeado de 19 Da), se obtuvo finalmente la concentración de cada muestra en g/L). Los datos aportados para esta memoria son datos a los cuales se le han aplicado las reglas internacionales de redondeo (ver Tabla II).

La concentración de fluoruros media de las marcas analizadas es de 0,37 ppm y su σ (desviación estándar) es de 0,15; con valores mínimos de 0,24 y máximos de 0,62 mg/L. Además, como hemos visto, aguas envasadas que no pertenecen al mismo lote de producción, aunque pertenezcan a la misma marca registrada, no mantendrán los niveles de fluoruros a pesar de que, por definición, se deberían mantener los niveles constantes en este tipo de aguas (Fig. 1).

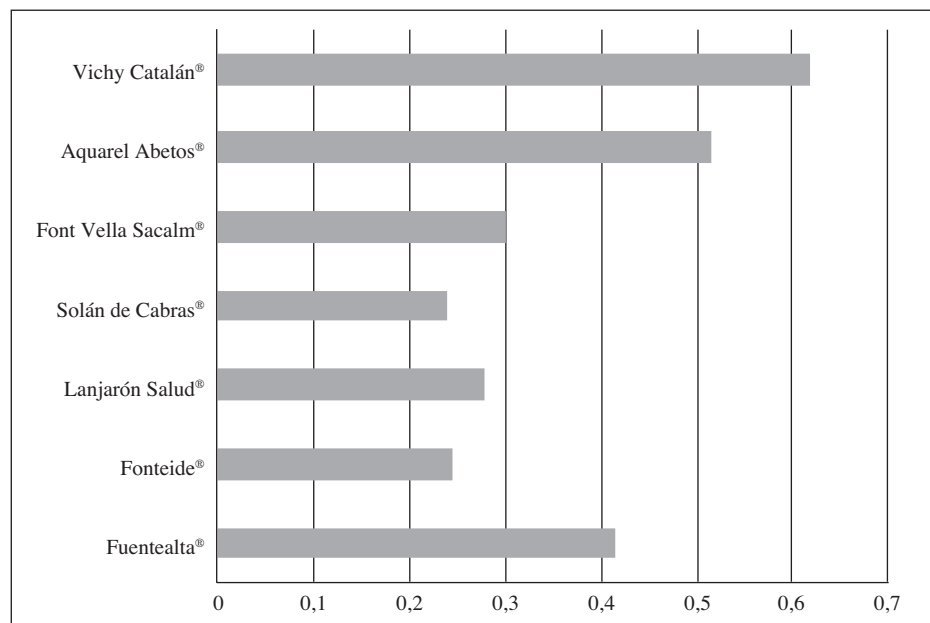


Fig. 1.—Concentración de Fluoruros (mg/L).

Tabla II
Concentraciones de fluoruros en las diferentes muestras de aguas envasadas

Marca	Muestra	Concentración (mg/L)	Media	DS	Mínimo	Máximo
Fuentealta®	1	0,44	0,42	0,02	0,39	0,44
	2	0,41				
	3	0,41				
	4	0,39				
	5	0,43				
Fonteide®	1	0,25	0,25	0,00	0,24	0,25
	2	0,24				
	3	0,24				
	4	0,25				
	5	0,25				
Lanjarón Salud®	1	0,30	0,28	0,02	0,27	0,30
	2	0,27				
	3	0,27				
Solán de Cabras®	1	0,24	0,24	0,00	0,24	0,24
	2	0,24				
	3	0,24				
Font Vella Sacalm®	1	0,31	0,30	0,00	0,30	0,31
	2	0,30				
	3	0,30				
Aquarel Abetos®	1	0,46	0,51	0,09	0,46	0,62
	2	0,62*				
	3	0,46				
Vichy Catalán®	1	0,62	0,62	0,01	0,61	0,62
	2	0,62				
	3	0,61				

*Este dato corresponde a una muestra de un lote diferente a otros.

Discusión

Según los criterios de calidad del agua de consumo humano establecidos por el RD 140/2003 de 7 de febrero, la concentración máxima de fluoruro para considerar el agua salubre es de 1,5 mg/L⁹; si tiene niveles superiores debe venir indicado inmediatamente al lado de la denominación de venta: «contiene más de 1,5 mg/L de flúor: no adecuada para el consumo regular de los lactantes y niños menores de siete años», siendo el valor máximo permitido de comercialización de 5 mg/l para aguas minerales naturales (la mayoría en este estudio) y 1,5 mg/L para aguas de manantial según el RD 1798/2010 de 30 de Diciembre¹⁰. Valores superiores a 1 mg/L en un agua, implican una consideración para la declaración del agua envasada respectiva como “agua fluorada” según el mismo RD 1798/2010. Sin embargo, en España no existe ninguna normativa

específica para las aguas envasadas que puedan llevar la mención “indicada para la preparación de alimentos infantiles”, considerándose propias aquellas con niveles de fluoruro <1mg/L sin tener en cuenta el posible riesgo; en otros países sin embargo como Francia y Alemania, la legislación establece límites de 0,5 y 0,7 mg/L respectivamente para aguas de uso en lactantes (Arrêté du 28/12/2010¹¹ y Verordnung vom 1/08/1984 (BGBl. I S 1036)¹²).

De esta forma, y según la legislación actual, todas las aguas analizadas cumplen criterios de calidad, y ninguna puede ser considerada agua fluorada; por ello, en principio y a fecha de hoy, todas pueden ser utilizadas en lactantes y para la preparación de alimentos infantiles.

Teniendo en cuenta que el Fluoruro es una hormona, debemos tener en cuenta sus IDR de referencia por rango de edad y sexo¹³, asumiendo el consumo de

agua diario que recomienda la EFSA (European Food Safety Authority) en estos rangos¹⁴ (Tabla III).

Según estas ingestas, podemos determinar qué aguas de las analizadas son las más propicias (desde el punto de vista de los fluoruros) para usar como fuente de agua según cada rango de edad:

- 0-6 meses: Ninguna de las marcas analizadas.
- 7-12 meses: Todas las marcas analizadas a excepción de Vichy Catalán® y Aquarel Abetos®.
- 1-3 años: Todas las marcas analizadas a excepción de Vichy Catalán®.
- 4-8 años: Todas las marcas analizadas.
- 9-13 años: Todas las marcas analizadas.
- 14-18 años: Todas las marcas analizadas.
- 19 años en adelante: Todas las marcas analizadas (para ambos sexos).

Si comparamos la situación actual con datos anteriores de análisis de fluoruro, podemos decir que en general los datos han mejorado. Algunos ejemplos obtenidos en el año 1990 y 2001 se reflejan en la tabla IV.

Esto ha sido posible, ya que a pesar de que los manantiales tienden a concentrar sus sales al irse agotando, la legislación permite una serie de tratamientos mínimos al agua pudiendo seguir considerándola con denominación de “Agua Mineral Natural” o “Agua de Manantial”, y entre esos tratamientos se encuentra la separación de fluoruros mediante alúmina activada, tal y como está establecido en el Reglamento 115/2010 de la Comisión de 9 de febrero de 2010¹⁷; sin embargo esto se ha de comunicar a las autoridades sanitarias para su vigilancia y control. Gracias a estas, hoy en día se pueden obtener aguas de mayor calidad y aptas para los más pequeños.

Es habitual en las diferentes comunidades autónomas del territorio español, que el agua de consumo sea la misma que el agua de abastecimiento público, ya que su contenido de fluoruros es adecuado¹⁸. Sin em-

bargo, si nos centramos en la comunidad autónoma en la que se realizó este trabajo, Canarias, veremos que es más habitual consumir agua envasada debido a que el agua de abastecimiento se obtiene de manantiales cuya composición en sales minerales, está variando continuamente debido a las características geológicas del territorio (es un suelo volcánico de carácter poroso y permeable), que permite que el agua procedente de la lluvia se filtre hasta los manantiales, arrastrando cantidades de fluoruro que toma del suelo; tratándose así de una contaminación natural.

Éste acontecimiento se pone de manifiesto de forma especial en los municipios del norte de la isla de Tenerife, donde la Dirección General de Salud Pública del Gobierno de Canarias ha establecido de forma histórica restricciones de consumo por no cumplir los parámetros de calidad¹⁹; se da esta situación en los siguientes municipios: San Cristóbal de La Laguna, El Sauzal, La Matanza de Acentejo, La Victoria de Acentejo, Santa Úrsula, San Juan de la Rambla, Icod de los Vinos, Garachico, El Tanque, Los Silos y Buenavista del Norte. Si nos basamos en un estudio realizando recientemente por otro grupo de investigación de este mismo departamento en esta misma universidad²⁰ (Área de Toxicología de la Universidad de La Laguna), donde podemos ver la concentración media de fluoruros en el agua de abastecimiento público de éstos municipios, podemos establecer que todas estas aguas podrían clasificarse como aguas fluoradas, y sería aconsejable recurrir las aguas envasadas como fuente de abastecimiento de agua (a excepción de las marcas restringidas en cada rango y citadas anteriormente) en las situaciones estipuladas en la tabla V.

En el caso de los niños de 0 a 6 meses será la lactancia materna la que aporte las ingestas de fluoruros; en general estos niveles suelen ser bajos, pero dependerá del tipo de agua ingerida por la madre. Para los niños de 6 a 12 meses el aporte será de la lactancia materna y bebidas complementarias, debiendo procurar no acudir a las marcas restringidas para estos rangos; sin embargo, teniendo en cuenta que la mayoría del aporte de agua en estos rangos de edad proviene de la lactancia materna, y que ésta aporta niveles mínimos, se puede ser un poco permisivo con los niveles de fluoruro

Tabla III
Consumo estándar de agua e IDR de fluoruro por rango de edad

Rango de edad	IDR de fluoruro diaria	Ingesta diaria de agua
0-6 meses	0,1 mg	0,68 L*
7-12 meses	0,5 mg	0,8 - 1 L*
1-3 años	0,7 mg	1,2 L
4-8 años	1 mg	1,6 L
9-13 años	2 mg	2,1 L (niños)/1,9 L (niñas)
14-18 años	3 mg	Consideración de adultos
19 años en adelante	Hombre 4 mg	2,5 L
	Mujer 3 mg	2 L

*A partir de la leche materna y alimentos y bebidas complementarias que correspondan.

Tabla IV
Histórico de presencia de Fluoruros en diferentes muestras de agua^{15,16}

Origen	Características	Concentración de F ⁻ (mg/L)
Tenerife 1990	Manantial	1,22
Tenerife 2001	Manantial	2,77
Tenerife 1990	Mineral Natural	0,96
Cataluña 1990	Minero Medicinal	14,94
Cataluña 2001	Minero Medicinal	13,77

Tabla V
Municipios del norte de la isla de Tenerife donde se recomienda el consumo de agua envasada según grupo poblacional

Grupos poblacionales	Municipios
Todos los niños de entre 1 y 14 años	San Cristóbal de La Laguna, El Sauzal, La Matanza de Acentejo, La Victoria de Acentejo, Santa Úrsula, San Juan de la Rambla, Icod de los Vinos, Garachico, El Tanque, Los Silos y Buenavista del Norte
Todos los individuos de entre 14 y 18 años, así como las mujeres de 19 años en adelante	San Cristóbal de La Laguna, El Sauzal, La Matanza de Acentejo, La Victoria de Acentejo, Icod de los Vinos, Garachico, El Tanque, Los Silos y Buenavista del Norte
Todos los hombres de 19 años en adelante	San Cristóbal de La Laguna, El Sauzal, La Matanza de Acentejo, La Victoria de Acentejo, Icod de los Vinos, Garachico, Los Silos y Buenavista del Norte

que pueda aportar cada agua, ya que el volumen que se aportará de ésta no corresponde con el total (variará según el caso).

Otro caso distinto sería el de la lactancia artificial, donde la leche en polvo ha de ser diluida con agua; en este caso el aporte de fluoruro se supone mucho mayor que la materna, ya que es el propio agua que usamos la que contiene un nivel determinado de fluoruro, que debería aparecer en el producto final, aunque podría darse el caso de que los fluoruros interaccionen con el calcio o las proteínas de la leche en polvo y se reduzca la concentración detectable. Esto debería ser objeto de estudios en futuros trabajos de investigación, pero por el momento se podría asumir que el aporte es mayor al de la lactancia materna.

Conclusiones

1. Hoy en día, los niveles de fluoruro en las aguas envasadas analizadas, son niveles de calidad según el RD 140/2003 de 7 de febrero, habiendo mejorado a lo largo del tiempo respecto a datos más antiguos. Ninguna es capaz de considerarse agua fluorada; por lo que todas son, al menos según la legislación actual española, aptas para la preparación de alimentos infantiles. No tienen esta consideración si acudimos a la legislación de otros países, que son más restrictivos.
2. Las aguas envasadas analizadas de Canarias tienen niveles de fluoruro en un rango de 0,25 a 0,42 mg/L. Mientras que las aguas analizadas procedentes del resto de la península ibérica analizadas contienen niveles que están entre 0,24 y 0,62 mg/L.
3. Si asumimos un consumo diario estándar de agua para cada rango de edad, y que se acude siempre a la misma marca registrada de agua analizada con determinados niveles de fluoruros, podemos determinar el aporte de fluoruros que supondría este consumo y determinar si existe un riesgo toxicológico según la IDR.

- En general desde 1 año en adelante no tendremos problema con ninguna de las marcas ana-

lizadas, teniendo cuidado con alguna excepciones como Vichy Catalán®.

- Los niños aun en periodo de lactancia han de tener cuidado con el tipo de agua que consumen. A medida que crecen en el primer año de edad, se aumenta la permisibilidad.

4. Desde el punto de vista de los aportes de fluoruros, se podría recomendar evitar en la medida de lo posible la lactancia artificial al menos durante los 6 primeros meses, ya que en ésta se utiliza leche en polvo diluida con agua envasada (o no), y sea cual sea el tipo de agua que utilicemos (aún si es envasada), para el volumen que se requiere, podría darse el caso de superar la IDR para los consumidores de este rango de edad. En principio, superados los 7 meses, se prevé menor riesgo toxicológico al emplear cualquiera de las marcas analizadas (a excepción de las indicadas en el apartado anterior para este rango de edad). Estas recomendaciones, no obstante, deberían confirmarse con estudios específicos en el tema.
5. En ciertos lugares de la Comunidad Autónoma Canaria no es recomendable para ciertos rangos de edad consumir el agua de abastecimiento público, siendo preferible acudir a aguas de bebida envasada; tal y como se indica en la Tabla 5.

Referencias

1. Martín Delgado M. M^a, Suárez Fraga MA, Hardisson de la Torre A, Álvarez Marante R. Metabolismo y toxicología del ión fluoruro. *Cir Far* 1991; (309): 3-24.
2. Valdez-Jiménez L, Soria Fregozo C, Miranda Beltrán ML, Gutiérrez Coronado O, Pérez Vega MI. "Efectos del flúor sobre el sistema nervioso central". *Neurología* 2011; 26(5): 297-300.
3. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente; Mercasa. Alimentación en España. Producción, Industria, Distribución y Consumo; 2014. 17ª ed. En: Mercasa – Distribución y consumo, editor. Aguas envasadas. Madrid (España); 2014-2015. p. 350-354. [Publicación en Internet]. [Citado 25 julio 2015]. Disponible en: http://www.mercasa-ediciones.es/alimentacion_2014/AE2014/index.html#352
4. España. Orden de 17 de septiembre de 1981 por la que se establecen métodos oficiales de análisis de aceites y grasas, aguas, carnes y productos cárnicos, fertilizantes, productos fitosan-

- tarios, leche y productos lácteos, piensos y sus primeras materias, productos orgánicos fertilizantes, plantas, suelos, productos derivados de la uva y similares y toma de muestras. *BOE*, 7 octubre 1981 (246): 24003-24034.
5. España. Orden de 1 de julio de 1987 por la que se aprueban los métodos oficiales de análisis físico-químicos para aguas potables de consumo público. *BOE*, 9 julio 1987 (163): 20911-21919.
 6. Martín Delgado MM^a, Álvarez Marante R, Hardisson de la Torre A. Revisión de las principales metodologías analíticas para la determinación de fluoruros. Aplicaciones. *Alimentaria* 1990; (55): 54-62.
 7. Aguilar Rodríguez P. Validación del método potenciométrico por ión selectivo para la determinación de flúor en sal, agua y orina. *Rev Med Exp* 2001; (XVIII): 1-2.
 8. Martín Delgado MM, Hardisson de la Torre A, Álvarez Marante R. Determinación Potenciométrica de fluoruros en bebidas alcohólicas y analcohólicas. Estudio comparativo de distintas disoluciones acondicionadoras. *An Real Acad Farm* 1991; (57): 471-483.
 9. España. Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. *BOE*, 21 febrero 2003 (45): 7228-7245.
 10. España. Real Decreto 1798/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula la explotación y comercialización de aguas minerales naturales y aguas de manantial envasadas para consumo humano. *BOE*, 19 enero 2011 (16): 6111-6133.
 11. Francia. Arrêté du 28 décembre 2010 fixant les conditions dans lesquelles l'établissement de santé met à la disposition du public les résultats publiés chaque année des indicateurs de qualité et de sécurité des soins. *JORF*, 5 janvier 2011 (0003): 340, texte n° 30.
 12. Alemania. Verordnung über natürliches Mineralwasser, Quellwasser und Tafelwasser (Mineral- und Tafelwasser-Verordnung) vom 1. August 1984 (BGBl. I S. 1036). Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz.
 13. Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes; Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine of the National Academies. Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride. Washington (DC): National Academy Press (US). 1977; p. 146-189.
 14. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for water. *EFSA Journal* 2010; 8(3): 1459.
 15. Martín Delgado MM^a, Hardisson de la Torre A, Espino Mesa M, Álvarez Marante R. Determinación potenciométrica de fluoruros en aguas de bebida envasada. *An Real Acad Farm* 1990; (56): 569-576.
 16. Hardisson A, Rodríguez MI, Burgos A, Díaz Flores L, Gutiérrez R, Várela H. Fluoride Levels in Publicly Supplied and Bottled Drinking Water in the Island of Tenerife, Spain. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 2001; (67): 163-170.
 17. España. Reglamento (UE) n° 115/2010 de la Comisión, de 9 de febrero de 2010, por el que se fijan las condiciones de utilización de alúmina activada para la eliminación de los fluoruros en las aguas minerales naturales y en las aguas de manantial. *DOUE*, 10 febrero 2010 (37): 13-15.
 18. Margalef Esteve M. La importancia del agua en la salud humana. Estudio comparativo sobre la composición de diversas aguas potables españolas. *Química e industria* 2004; (550): 28-40.
 19. Servicio Canario de Salud; Dirección General de Salud Pública; Gobierno de Canarias. Restricciones de uso del agua de consumo humano por superación del valor paramétrico establecido para el FLUORURO en la Comunidad Autónoma de Canarias. [Monografía en Internet]. [Citado 23 febrero 2015]. Disponible en: http://www3.gobiernodecanarias.org/sanidad/scs/content/1245a268-ebdc-11df-a8c9-83c6cd81a189/01_Fluoruro_Tabla_restricciones_municipio.pdf
 20. González Sacramento N, Rubio Armendáriz C, Gutiérrez Fernández AJ, Luis González G, Hardisson de la Torre A, Revert Girones C. El agua de consumo como fuente de exposición crónica a fluoruro en Tenerife. Evaluación del Riesgo. *Nutr Hosp* 2015; 31(4): 1787-1794.



Original/Otros

Effects of food and drink ingestion on body composition variables of abdominal bioelectrical impedance

Rosalía Fernández Vázquez¹, Javier Martínez Blanco², María del Mar García Vega³, Miguel Ángel Barbancho^{1,4} and José Ramón Alvero Cruz^{1,4}

¹Universidad de Málaga, Andalucía. Tech. Dpto. de Fisiología Humana, Histología, Anatomía Patológica y Educación Física y Deportiva. Facultad de Medicina. Campus de Teatinos, Málaga. ²Unidad de Residencias del Distrito Sanitario Costa del Sol. Consejería de Salud de la Junta de Andalucía, Málaga. ³Residencia Sarquavita Isdabe (Estepona), Málaga. ⁴Instituto de Investigaciones Biomédicas de Málaga, España.

Abstract

Objective: to know the changes in trunk fat and visceral fat level determined by abdominal bioelectrical impedance (BIA) as well as other anthropometric measures related to the central or abdominal fat after the ingestion of a lunch.

Methods: the experimental study was conducted to assess a longitudinal intervention descriptive study. Participants: 21 subjects (10 male and 11 female), volunteers who have access to a medical assessment, with an age of 74 ± 13.43 years. Measurements: Maximal waist circumference in standing position, waist circumference at navel level in supine position and sagittal abdominal diameter (SAD). In the same position trunk fat and visceral fat level by abdominal bioelectrical impedance analysis with Tanita AB-140 (ViScan) were obtained before and after meal.

Results: anthropometric measures as waist circumference in supine position and SAD did not show significant differences ($P > 0.05$), after food ingestion, except for a significant increase of the maximal waist circumference in standing position ($P < 0.05$). In addition trunk fat and visceral fat ratio did not change ($P > 0.05$). The percentage changes of the measures were less than 2% for waist circumference in standing position, waist circumference by Viscan, sagittal abdominal diameter and trunk fat and 5.9% for visceral fat ratio.

Conclusions: the effects on trunk fat and visceral fat ratio by abdominal bioelectrical impedance are minimal

EFFECTOS DE LA COMIDA Y LA BEBIDA SOBRE LAS VARIABLES DE COMPOSICIÓN CORPORAL EN LA BIOIMPEDANCIA ABDOMINAL

Resumen

Objetivo: conocer los cambios en la grasa del tronco y el nivel de grasa visceral determinado por BIA abdominal, así como otras medidas antropométricas relacionadas con la grasa abdominal o central después de la ingestión de una comida.

Métodos: se realizó un protocolo experimental para evaluar un estudio descriptivo de intervención longitudinal. Los participantes fueron 21 sujetos (10 hombres y 11 mujeres), voluntarios que tuvieron acceso a una evaluación médica, con una edad de $74 \pm 13,43$. Las mediciones antropométricas fueron: circunferencia de la cintura máxima en posición de pie, circunferencia de la cintura a nivel del ombligo en posición de decúbito supino y diámetro sagital abdominal (SAD). Además se obtuvo la grasa del tronco y el nivel de grasa visceral, por análisis de impedancia bioeléctrica abdominal, con un dispositivo Tanita AB-140 (ViScan), todo ello antes y después de una ración de comida.

Resultados: las medidas antropométricas, como la circunferencia de la cintura en posición supina y SAD, no mostraron diferencias significativas ($P > 0,05$), después de la ingestión de alimentos, a excepción de un aumento significativo de la circunferencia de la cintura máxima en posición de pie ($P < 0,05$). Además, la relación entre la grasa visceral y en tronco no cambió ($P > 0,05$). Los cambios porcentuales de las medidas fueron menores del 2% para la circunferencia de la cintura en posición de pie, para la circunferencia de cintura por Viscan, para el diámetro sagital abdominal y la grasa del tronco, y un 5,9% para el nivel de grasa visceral.

Conclusiones: los efectos de una comida y bebida sobre la grasa del tronco y el nivel de grasa visceral, medidas por impedancia bioeléctrica abdominal, son mínimas,

Correspondence: José Ramón Alvero Cruz.
Escuela de Medicina de la Educación Física y el Deporte.
Campus de Teatinos, Edificio López de Peñalver, Universidad de Málaga, 29071 Málaga.
E-mail: alvero@uma.es

Recibido: 10-VII-2015.
Aceptado: 14-VIII-2015.

after the ingestion of a portion of food and drink, although it is always recommended to do it in fasting conditions.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:2269-2273)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9618

Key words: *Abdominal bioelectrical impedance. Trunk fat. Visceral fat. Waist circumference. Sagittal abdominal diameter. Food effects.*

Abbreviations

BIA: Bioelectrical impedance analysis.

FFM: Fat-free mass.

FM: Fat mass.

ISAK: International Society for Advancement in Kinanthropometry.

KhZ: kilohertz.

Kj: Kilojoules.

Kcal: kilocalorías.

R: Resistance (Ω).

SAD: Sagittal abdominal diameter.

Introduction

The definition of bioelectrical impedance (BIA) has been introduced in the 1950s. Thomasset, was the first to relate the total body water with the whole body impedance. Estimates of body composition, through the BIA, are based on different dielectric and conductive properties of body tissues, at different frequencies¹.

The single BIA uses the frequency of 50 kHz, to measure the impedance and estimate body composition. The multi-frequency BIA was developed by the need to know the distribution of extra and intracellular fluids (intracellular and extracellular water).

The BIA method of easy application and use in several settings, for body composition assessment, however the BIA measurements are standardized under several conditions², and this method is sensitive to the influence of different factors, e.g. temperature^{3,4}, food and drink ingestion, physical exercise and sweating among others⁵, body position changes⁶, or combinations of fasting conditions and rest⁷.

These physiological situations are important to take into account when comparing studies of different authors and especially when we analyze repeated comparisons and for body composition assessments^{8,9}.

There are studies showing the effects of food and drink ingestion on the whole body impedance^{10,11}. Within 4 hours after food ingestion, this has an effect of decrease of impedance, representing a relatively small error of up to 3%. This same percentage of change can also be 3% after being supine position for 60 minutes.

It has been recently approved device of abdominal bioimpedance, which are able to estimate trunk fat and visceral fat levels^{12,13}, but are unknown, the

aunque siempre es recomendable hacerlo en condiciones de ayuno.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:2269-2273)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9618

Palabras clave: *Impedancia bioeléctrica abdominal. Grasa del tronco. Nivel de grasa visceral. Circunferencia de cintura. Diámetro sagital abdominal. Efectos de la comida.*

effects of food and/or drink, on outcomes that offers this instrument of abdominal bioimpedance. Measures of fat located regionally in the trunk and in particular in intra-abdominal location is visceral fat and are related to metabolic syndrome^{14,15} and therefore highlights the importance of quantification in high risk groups.

These circumstances forced us to test possible changes in the variables of abdominal bioelectrical impedance, that some patients and residents who had to impose a schedule required of these people having to go out to eat, which, in some cases there was some disparity in the measurement conditions, therefore, the objective of the present study was to check, the magnitude of changes in trunk fat and visceral fat level determined by BIA as well as other anthropometric measures related to abdominal fat, due to ingestion of a lunch.

Methods

Subjects

Twenty-one (10 male and 11 female) volunteered subjects of 74.0 ± 13.43 years old participate in the study. All of them are older people living in a nursing home, subjected to strict timetables of the center. All of them, received detailed information from the study to be carried out within a medical examination by the Unidad de Residencias del Distrito Sanitario Costa del Sol (Consejería de Salud de la Junta de Andalucía-Málaga) and signed by the medical officer, the subsequent informed consent was given. Prior to the BIA outlined the need to urinate. The study was approved by our Ethics Committee of the University of Málaga and respected the principles of Helsinki for research in humans.

Study design

Participants were measured by anthropometric techniques and abdominal BIA, before and after lunch and similarly accessed to the dining room and the second body composition measurement. The mean time between measurements was 46.2 ± 3.4 min. All abdominal BIA and anthropometric measures were measured in duplicate, computing the average value.

Maximal waist circumference at the level of the iliac crests was measured with a Cescorf tape measured to the nearest 0.1 cm (Cescorf, Brazil). In supine position was measured the sagittal abdominal diameter (SAD) with an anthropometer with straight branches Holtain (Holtain, Crymich, Great Britain) to the nearest 0.1 cm. The intraclass correlation coefficient was greater than 0.97 for all measures. Technical error of measurement for anthropometric variables was <1%. Anthropometric measurements were obtained according to the recommendations of the International Society for Advancement in Kinanthropometry (ISAK)¹⁶.

Abdominal bioelectrical impedance

An abdominal BIA with Tanita AB-140, ViScan® (Tanita, Japan) were performed for measuring trunk fat and visceral fat ratio. With the subject in supine position, on a non-metallic table, was initially measured the waist circumference in the coronal plane and a central point on the omphalion, according to the manufacturer's instructions', by projecting a light. Trunk fat and visceral fat level ratio were obtained after having a belt with four electrodes, focused and willing at the level of the navel. Body composition values were derived by extrapolation of (6.25 to 50 KHz) impedance measures resulting values of trunk fat, expressed in percentage value (range 0-75%) and a level of visceral fat, expressed as visceral fat ratio (in arbitrary numerical units, from 1 to 59).

Diet

The meal of the participants consisted of a bowl of lentils with rice, hake with salad and a pear. The energy content of the meal was of 3495 Kj or 840 Kcal. The average volume of water ingested by subject was 300 ± 247 mL.

All results are expressed as means $\pm$ standard deviation. The homogeneity of the variances of the dependent variables was assessed by means of the Shapiro-Wilk. Normality Test show a normal distribution. The difference between before and after was tested by Student *t*-test, for paired data. Also, found the size effect, calculated from data and is a descriptive statistic that conveys the magnitude of changes. The Cohen coefficient is the index that shows us the ability to show any change (Cohen's *d*)^{17,18}. Values of the Cohen's coefficient of 0.2 to 0.3 were considered low, 0.2 to 0.5 medium and a value >0.8 was a large value¹⁹. Statistical analyses was performed by using the MedCalc software for Windows version 14.12.0 (Mariakerke, Belgium) and the significance level was previously set at $P < 0.05$.

Results

Table I described the variables studied, which did not show significant differences, after ingestion of the food ($P > 0.05$), except for a significant increase of the maximum waist circumference in standing position ($P < 0.05$). The percentage changes of the measures were less than 2% for waist circumference in standing position, waist circumference by Viscan, sagittal abdominal diameter and trunk fat and 5.9% for visceral fat ratio.

Moreover, the analysis of the effect size, shows that the coefficients *d*, are very low in all tested variables (< 0.20) (Table II).

Discussion

The results of this research show that a food and drink ingestion, do not produce significant changes in anthropometric variables and body composition variables by abdominal bioelectrical impedance. Both, the anthropometric measures and abdominal bioimpedance changes are very small and not significant. There are no works that examined these variations of the ab-

Table I
Anthropometric and abdominal bioelectrical impedance changes after food ingestion

Variable		Before	After	P
Waist circumference	cm	101.71 $\pm$ 15.80	102.8 $\pm$ 14.96	0.007
Waist circumf. Viscan	cm	100.55 $\pm$ 11.84	101.7 $\pm$ 12.14	0.170
SAD	cm	23.29 $\pm$ 4.73	23.55 $\pm$ 5.08	0.258
Trunk fat	%	38.05 $\pm$ 8.70	37.3 $\pm$ 9.24	0.464
Visceral fat ratio		13.50 $\pm$ 5.05	14.35 $\pm$ 5.10	0.068

SAD: Sagittal abdominal diameter

Table II
Differences and effect size of anthropometric and abdominal bioelectrical impedance changes after food ingestion

Variable	Difference	SD of differences	Cohen's d
Waist circumference	1.055	1.56	0.068
Waist circumf Viscan	1.15	3.60	0.095
SAD	0.265	1.01	0.054
Trunk fat	-0.75	4.48	-0.083
Visceral fat ratio	0.85	1.96	0.167

Max: maximal; Abd: Abdominal. SAD: Sagittal abdominal diameter. SD: Standard deviation.

dominal BIA after solid meal and beverage ingestion. This study is very important in the context of nursing homes, because the timetables can produce variations in research methodology.

Universally standardized protocols of BIA measurements have to be developed and implemented. The standard recommendations for the use of the BIA are well known and are related to the use of the equipment and the use of electrodes, as well as care available in which to avoid the contact with metals and magnetic fields, the previous measurement of height and weight, as well as compliance with the instructions of the manufacturer^{2,20}. These described recommendations, are for the whole body impedance and it is not necessary to enter the weight or height of the individuals in the abdominal BIA.

There are described, variations of the whole body impedance, with supine position^{6,9}. The small variation of the abdominal BIA not may have been due to supine position, because the BIA carried out, obtaining the results, not requires hardly more than 100-120 seconds.

An increase in the whole-body resistance (R), produces a decrease of the fat-free mass (FFM) and an increase of fat mass (FM). The decrease R by food and fluids ingestion produces the opposite effect, for greater easily pass of alternating current through the water component^{11,21}.

The effects of food intake on R, may take several hours, even until there is the night fasting²¹. Changes of bioelectrical impedance with food and beverages may decrease whole body resistance and it is related to changes of different fluids and electrolytes, as well as its distribution, which follow the absorption and digestion of food¹¹ and in addition the decrease of impedance are greater, in relation to amount of food and beverage intake²¹.

The effect of food on the BIA, after an hour, shows decreases of trunk fat and this circumstance, would be in line with the decrease in body resistance. Greater measurement of liquids, a greater assumption of water and fat-free mass and therefore there is a decrease in fat^{10,21,22}. Normally, less than 3% fat, changes which would be consistent with the present study²². Percentage of anthropometric measures and variations of BIA, in this study, are less than 2%. These changes are con-

sidered very low, because the variations between days under the same conditions as the fast, or in the morning and after emptying the bladder, are checked a few minor variations of 3%¹⁰.

It should take into account that the supine or the resting position produces a decrease in the BIA, with an increase in the fat percent. The differences in the fat percentage may reach 10%. Changes in visceral fat level have been 6.3%, albeit with a proven, small size effect and without statistical significance.

The abdominal bioelectrical impedance can measure fat trunk, which is closely related to the total intra-abdominal fat and subcutaneous fat, however the level of visceral fat is related to intra-abdominal fat¹³. The values of abdominal fat measured by BIA have a good concordance with DXA as reference method²³. Studies of BIA should respect the standardized methodology to optimize the measures. Once again, it seems that the most influential factor in the variation of the values of the BIA is the intake of food and drink and not to the redistribution of liquids determined by orthostatic changes.

Study limitations

The results should be interpreted with caution given the small sample size and it must be studied over one period longer than 2-3 hours after food and drink ingestion.

Conclusions

This study shows that measures of abdominal bioimpedance, does not produce variations in the variables of trunk fat and visceral fat level, so it can be used under the conditions referred to in the study without variations in the outcome variables in the first hour after lunch.

Aknowledgements

This study was supported by grants of Escuela de Medicina de la Educación Física y del Deporte of

Universidad de Málaga and Centro Internacional de Posgrado y Doctorado of Universidad de Málaga. The authors also thank to occupational therapist, Celia Sánchez Galán from Residencia Sarquavita Isdabe for your great collaboration.

Referencias

1. Thomasset A. Measurement of the extracellular fluid volume by the electro-chemical method. Biophysical significance of 1 kilocycle impedance on the human body. *Lyon Med* 1965; 214: 131-143.
2. Alvero-Cruz JR, Correas-Gómez L, Ronconi M F-, Vázquez R P i MJ. Bioelectrical impedance analysis as a method of body composition estimation: a practical approach. *Rev Med Deport* 2011; 4(4): 167-174.
3. Caton JR, Molé PA, Adams WC, Heustis DS. Body composition analysis by bioelectrical impedance: effect of skin temperature. *Med Sci Sports Exerc* 1988; 20(5): 489-491.
4. Gudivaka D, Kushner R, F. RS. Effect of skin temperature on multifrequency bioelectrical impedance analysis. *J Appl Physiol* 1996; 81(2): 838-845. <http://jap.physiology.org/content/81/2/838.abstract>.
5. Demura S, Yamaji S, Goshi F NY. The influence of transient change of total body water on relative body fats based on three bioelectrical impedance analyses methods. Comparison between before and after exercise with sweat loss, and after drinking. *J Sport Med Phys Fit* 2002; 42(1): 39-44.
6. Slinde F, Bark A, Jansson J, Rossander-Hulthén L. Bioelectrical impedance variation in healthy subjects during 12 h in the supine position. *Clin Nutr* 2003; 22(2): 153-157. doi:10.1054/clnu.2002.0616.
7. Cáceres DI, Sartor-Messagi M, Rodríguez DA, Escalada F, Gea J, Orozco-Levi M ME. Variability in bioelectrical impedance assessment of body composition depending on measurement conditions: influence of fast and rest. *Nutr Hosp* 2014; 30(6): 1359-1365. doi:10.3305/nh.2014.30.6.7934.
8. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, et al. Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. *Clin Nutr* 2004; 23(5): 1226-1243. doi:10.1016/j.clnu.2004.06.004.
9. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, et al. Bioelectrical impedance analysis--part II: utilization in clinical practice. *Clin Nutr* 2004; 23(6): 1430-1453. doi:10.1016/j.clnu.2004.09.012.
10. Deurenberg P, Weststrate JA, Paymans I, van der Kooy K. Factors affecting bioelectrical impedance measurements in humans. *Eur J Clin Nutr* 1988; 42(12): 1017-1022.
11. Gallagher M, Walker KZ, O'Dea K. The influence of a breakfast meal on the assessment of body composition using bioelectrical impedance. *Eur J Clin Nutr* 1998; 52(2): 94-97. doi:10.1038/sj.ejcn.1600520.
12. Zamrazilová H, Hlavatý P, Dusátková L, et al. [A new simple method for estimating trunk and visceral fat by bioelectrical impedance: comparison with magnetic resonance imaging and dual X-ray absorptiometry in Czech adolescents]. *Cas Lek Cesk* 2010; 149(9): 417-422.
13. Thomas EL, Collins AL, McCarthy J, et al. Estimation of abdominal fat compartments by bioelectrical impedance: the validity of the ViScan measurement system in comparison with MRI. *Eur J Clin Nutr* 2010; 64(5): 525-533. doi:10.1038/ejcn.2010.237.
14. Gomez-Huelgas R, Bernal-López MR, Villalobos A, et al. Hypertriglyceridemic waist: an alternative to the metabolic syndrome? Results of the IMAP Study (multidisciplinary intervention in primary care). *Int J Obes (Lond)* 2011; 35(2): 292-299. doi:10.1038/ijo.2010.127.
15. Kuk JL, Katzmarzyk PT, Nichaman MZ, Church TS, Blair SN, Ross R. Visceral fat is an independent predictor of all-cause mortality in men. *Obesity (Silver Spring)* 2006; 14(2): 336-341. doi:10.1038/oby.2006.43.
16. Marfell-Jones M, Olds T, Stewart A CL. *International Standards for Anthropometric Assessment*. Potchefstroom (South Africa): International Society for Advancement in Kinanthropometry (ISAK); 2006.
17. Norman GR, Wyrwich KW, Patrick DL. The mathematical relationship among different forms of responsiveness coefficients. *Qual Life Res* 2007; 16(5): 815-822. doi:10.1007/s11136-007-9180-x.
18. Husted JA, Cook RJ, Farewell VT, Gladman DD. Methods for assessing responsiveness: a critical review and recommendations. *J Clin Epidemiol* 2000; 53(5): 459-468. doi:10.1016/S0895-4356(99)00206-1.
19. Cohen J. Quantitative Methods in Psychology- A Power Primer. *Psychol Bull* 1992; 112: 155-159. doi:10.1038/141613a0.
20. Assessment NIOHT, Statement C. Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement: National Institutes of Health Technology Assessment Conference Statement. *Am J Clin Nutr* 1996; 64(3 Suppl): 524S-532S. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8780375>.
21. Slinde F, Rossander-Hulthén L. Bioelectrical impedance: Effect of 3 identical meals on diurnal impedance variation and calculation of body composition. *Am J Clin Nutr* 2001; 74(4): 474-478.
22. Kushner RF, Gudivaka R, Schoeller DA. Clinical characteristics influencing bioelectrical impedance analysis measurements. *Am J Clin Nutr* 1996; 64(3 Suppl): 423S-427S.
23. Manios Y, Kanellakis S, Moschonis G, Pipidis I, Skoufas E Z V. Estimation of abdominal fat mass: validity of abdominal bioelectrical impedance analysis and a new model based on anthropometry compared with dual-energy x-ray absorptiometry. *Menopause* 2013; 20(12): 1280-1283.



Original/Otros

Construction and expression of *Dermatophagoides pteronyssinus* group 1 major allergen T cell fusion epitope peptide vaccine vector based on the MHC II pathway

Chaopin Li^{1,2}, Beibei Zhao², Yuxin Jiang², Jidong Diao², Na Li² and Wei Lu³

¹Department of Medical Parasitology, School of Medicine, Anhui University of Science & Technology (Huainan), Anhui.

²Department of Medical Parasitology, Wannan Medical College (Wuhu), Anhui. ³Department of Respiratory Disease, Yi Ji Shan Hospital of Wannan Medical College (Wuhu), China.

Abstract

Background and aims: *Dermatophagoides pteronyssinus* is one of the important house dust mites responsible for allergic asthma that can be tentatively managed by specific immunotherapy. The present study was to construct a vector encoding T-cell epitopes of major allergen group 1 of *Dermatophagoides pteronyssinus* as a vaccine delivered by MHC class II pathway.

Methods: the nucleotide sequences of the 3 target genes were synthesized, including TAT, IhC and the recombinant fragment of Der p 1 encoding 3 T-cell epitopes. After amplification of the 3 target fragments by PCR and digestion with corresponding restriction endonucleases, the recombinant gene TAT-IhC-Der p 1-3T was ligated using T4 DNA ligase and inserted into the prokaryotic expression vector pET28a(+) to construct the recombinant plasmid pET-28a(+)-TAT-IhC-Der p 1-3T, which was confirmed by digestion with restriction endonucleases and sequencing. The recombinant vector was transformed into *E. coli* strain BL21 (DE3) and induced with IPTG, and the induced protein TAT-IhC-Der p1-3T was detected by SDS-PAGE. After purification, the recombinant protein was confirmed by Western blotting and its allergenicity tested using IgE-binding assay.

Results: the recombinant plasmid pET-28a-TAT-IhC-Der p1-3T was successfully constructed as confirmed by restriction endonuclease digestion and sequencing, and the expression of the recombinant protein TAT-IhC-Der p1-3T was induced in *E. coli*. Western blotting verified successful purification of the target protein, which showed a stronger IgE-binding ability than Der p1.

Conclusion: we successfully constructed the recombinant expression vector pET-28a-TAT-IhC-Der p1-3T expressing a T-cell epitope vaccine delivered by MHC II pathway with strong IgE-binding ability, which provides

CONSTRUCCIÓN Y EXPRESIÓN DE VECTOR DE VACUNA DE PÉPTIDO EPÍTOPO DE FUSIÓN DE CÉLULAS T DE ALÉRGENO PRINCIPAL DEL GRUPO 1 *DERMATOPHAGOIDES PTERONYSSINUS* BASADO EN LA VÍA MHC II

Resumen

Antecedentes y objetivo: el *Dermatophagoides pteronyssinus* es uno de los principales ácaros del polvo doméstico responsables del asma alérgica que se pueden administrar provisionalmente para una inmunoterapia específica. El presente estudio busca construir un vector que codifique epítopos de células T del grupo de alérgenos principal, el Grupo 1 de *Dermatophagoides pteronyssinus* como una vacuna suministrada mediante la vía MHC de clase II.

Métodos: se sintetizaron las secuencias de nucleótidos de los 3 genes objetivo, incluyendo TAT, IhC y el fragmento recombinante de Der p 1 encargado de codificar 3 epítopos de célula T. Después de la amplificación de los 3 fragmentos objetivo por PCR y digestión con endonucleasas de restricción correspondientes, el gen recombinante TAT-IhC-Der p 1-3T se ligó usando T4 DNA ligasa y se insertó en el vector de expresión procariota pET28a(+) para construir el plásmido recombinante pET-28a(+)-TAT-IhC-Der p 1-3T, que se confirmó por digestión con endonucleasas de restricción y secuenciación. El vector recombinante se transformó en *E. coli* cepa BL21 (DE3) y se indujo con IPTG, y la proteína inducida TAT-IhC-Der p1-3T se detectó mediante SDS-PAGE. Después de la purificación, la proteína recombinante se confirmó por análisis de inmunotransferencia (Western blot) y se probó su alergenicidad usando el ensayo de unión a IgE.

Resultados: el plásmido recombinante pET-28a-TAT-IhC-Der p1-3T se construyó con éxito, se confirmó por digestión con endonucleasas de restricción y la secuenciación y la expresión de la proteína recombinante TAT-IhC-Der p1-3T fue inducida en *E. coli*. Purificación con éxito verificada mediante Western blot de la proteína objetivo, que mostró una capacidad de unión a IgE más fuerte que Der p1.

Conclusión: hemos construido con éxito el vector de expresión recombinante pET-28a-TAT-IhC-Der p1-3T que expresa una vacuna de epítopo de células T administrada por vía MHC II con fuerte capacidad de unión a IgE. Este trabajo proporciona una base para seguir

Correspondence: Chaopin Li, Prof.

Department of Medical Parasitology, Wannan Medical College, 22, Wenchang West Road, Yijiang district 241002, Wuhu, China. E-mail: cpli001@126.com

Recibido: 8-VII-2015.

Aceptado: 28-VII-2015.

a basis for further study on specific immunotherapy via MHC class II pathway.

(Nutr Hosp. 2015;32:2274-2279)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9613

Key words: Dermatophagoides pteronyssinus. Fused peptide vaccine. Major group 1. Allergen. Prokaryotic expression. T cell epitope. IgE-binding assay.

Introduction

Allergic asthma is a Type I allergy, primarily characterized in clinic by reversible airway obstruction, bronchial inflammation and mucus hypersecretion or the similar symptoms^{1,2} and commonly caused by abnormal immunoreactivity against allergens such as one important species — *Dermatophagoides pteronyssinus* (*Der p*). The allergens are found positive in about 80% asthmatics allergic to *Der p* 1³⁻⁶. Currently, specific immunotherapy (SIT) is considered the only etiological therapy that can ameliorate the allergic symptoms for long period⁷⁻¹⁰, yet responsive stimulation of T cells is essential for desensitization and reduction or inhibition of allergen specific IgE^{2,11,12}. Previous experiment on the use of human T cells epitope peptide from Fel d 1 allergen for SIT demonstrated a change of the reaction of T cells to these peptides¹³. The potential mechanism may be that the allergen was up-taken through antigen presenting cells (APC), and antigen peptide was generated by hydrolysis of the lysosomal protease. After the MHC II from endoplasmic reticulum was protected by the invariant chain (Ii) and enters the lysosomes, Ii was hydrolyzed, leading to formation of the MHC II molecule with peptide that are finally presented to CD4⁺T cells¹⁴. Antigen presentation through the MHC II pathway is recognized as a potential technique to the treatment of allergic diseases¹⁵. Studies have shown that construction and prokaryotic expression of MHC II-peptide fusion protein can promote effective presentation of the peptides¹⁶, because the sequence of TAT, with 11 amino acids (GYGRKRRQRRR) derived from the human immunodeficiency virus (HIV), can transfer to the proteins from extracellular into intracellular¹⁷, whereas the IhC is short peptide of the first 110 amino acids from human lysosomal Ii, and can target protein at the endosome lysosomes^{18,19}. Thus, the vaccine constructed on TAT-IhC-antigen fusion protein basis may effectively alleviate the symptoms of patients with asthma¹⁵.

In present study, we tentatively applied the sequences of TAT, IhC and Der p1, T cell epitopes, to fusion of the gene by molecular biology technique. The fused gene was defined as TAT-IhC-Der p1-3T, which was subjected to prokaryotic expression in vector pET28a (+)-TAT-IhC-Der P1-3T, and further expression and purification by IPTG induction. The purified product was tested for the allergenicity via observation on its binding capacity with IgE, with an attempt to lay

estudiando la inmunoterapia específica mediante la vía MHC de clase II.

(Nutr Hosp. 2015;32:2274-2279)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9613

Palabras clave: Dermatophagoides pteronyssinus. Vacuna de péptidos sintéticos. Grupo principal 1. Alérgeno. Expresión procariótica. Epítomos de células T. Ensayo de unión a IgE.

a foundation for preparation of such clinical vaccine with high efficacy on MHC II pathways.

Methods

Bacterial strains and plasmids

Escherichia coli DH-5, BL21 (DE3) competent cells and PET-28a vector were preservings of our laboratory.

Design and synthesis of the primers

Primers were designed based on the nucleotide sequences of TAT (No: NP_057853.1), IhC (1~110AA) (No: K01144.1) and ProDer p 1 (No: NP_11695.1) released in the GenBank, by using corresponding restriction sites.

The primers for TAT (e-coding 11AA) included the upstream primer 5'-GATCTTACGGTCGTAAAGAGCGTCGCCAGCGTCGCCGTGGATC-CAGTAGT-3' (*Bam*H I) and the downstream primer 5'-TCGAGACTAGTGGATCCACGGCGACGCTGGCGACGCTTTTACGACCGTA-3' (*Xho* I). And the primers for IhC(1~110AA) were consisted of the upstream prime 5'-GAAGATCTATGGATGACCA-GCGCGACC-3' (*Bgl* II) and the downstream primer 5'-AACTAGTGGATCCCCCTGGGGCAGG-GCTCC-3' (*Hind* III).

The three T cell epitopes matching with the nucleotide sequence of ProDer p1 (118-146, 175-196 and 206-264) reported previously were synthesized into a complete nucleotide sequence with a length of 324bp, which was defined as Der p1-3T). The primers for PCR amplification comprised 5'-TTAGGATCCCGAACTGTCACTCCCATTCGT-3' (*Bam*H I) as upstream primer and 5'-AGCCTCGAGTTGGTAAC-CATTATCGCGTTG-3' (*Xho* I) as downstream primer. Gene fusion, together with its synthesis of the fragments, was contracted by Sangon Biotech (Shanghai) Co., Ltd.

Main reagents

DL2000 DNA Marker and T4DNA ligase were purchased from Takara Biotechnology Co., Ltd (Dalian,

China) Instant SK2072 PCR amplification kit (Taq), SanPrep column DNA gel extraction kit, SanPrep column PCR purification kit, 50 BP DNA ladder, protein Marker, restriction endonuclease *Bam*H I, *Xho* I enzyme, *Bgl* enzyme, Hind enzyme II iii, DAB color liquid, exposure of ECL kit, cellulose nitrate film, BCA protein assay kit, BSA standard, Coomassie brilliant blue, IPTG, kanamycin, TMB color liquid were products of Sangon Biotech (Shanghai) Co., Ltd. Ni²⁺-NTA affinity chromatography and resin chromatography were purchased from Novagen, Anti-Der p1 antibody was self-preparation, and 16 aliquots of serum samples were previous preservings from patients allergic to huse dust mites in our laboratory. The remaining analytical reagents were domestic products.

Main apparatus

The common apparatus used in this study included ABI2720 PCR (Application Biosystem), High speed refrigerated centrifuge (Beckman, USA), horizontal DNA electrophoresis (Bio-Rad American), vertical BayGene vertical electrophoresis (Baijing, Beijing, China), G:Box gel electrophoresis image analysis system (SYNGENE, UK) and Lex800 ELISA reader (BioTek, USA).

Construction of recombinant vector *pET28a (+)-TAT-IhC-Der p 1-3T*

TAT specific primers were degenerated at 95°C de-generation and annealed at 55°C to form double chain with cohesive ends, and the vector was prokaryotically expressed in of *pET28a(+)* with *Bam*H I and *Xho* I restriction. The total reaction volume was 80 μ l consisting of 10×Tango buffer (8 μ l), *Bam*H I (2 μ l), *Xho* I (2 μ l), *pET28a(+)* (24 μ l) and ddH₂O (44 μ l). The digested products were retrieved after enzyme restriction at 37°C for 3 h. T4 DNA ligase was used to connect TAT with *pET28a (+)* at 16°C for 3 h to develop *pET28a (+)-TAT* vector. IhC specific primers were used to amplify IhC gene fragment (1~110AA) with polymerase chain reaction(PCR) by reaction conditions at 94°C for 4 min, 94°C for 30 s, 55°C for 30 s, 72°C for 30 s, respectively in total 35 cycles, followed by extension for 10 min at 72°C. Then the PCR products were purified with commercial kit, and *pET28a (+)-TAT* and IhC (1~110AA) were subjected to double digestion with *Bgl* II and *Hind* III in terms of the conditions described above. The enzyme products were recovered, and the IhC was connected with the *pET28a (+)-TAT* by T4 DNA ligase to generate *pET28a (+)-TAT-IhC* vector, with the same procedure and condition as noted above. Der p 1-3T fragment was amplified by using specific primers, and *pET28a (+)-TAT-IhC* plasmid and Der p 1-3T fragment were double digested by the *Bam*H I and *Xho* I with the same reaction protocol as described

above. The enzyme products were recovered, and the Der p 1-3T was connected to the *pET28a (+)-TAT-IhC* by T4 DNA ligase to create *pET28a (+)-TAT-IhC-Der p 1-3T* vector.

Identification of recombinant vector *pET28a (+)-TAT-IhC-Der p 1-3T*

Enzyme digestion was performed in a total volume of 80 μ l, which included 10×Tango buffer(8 μ l) *Bam*H I (2 μ l), *Xho* I (2 μ l), *pET28a (+)-TAT-IhC-Der p 1-3T* (24 μ l) and ddH₂O (44 μ l) at 37°C for 3h. The digested products were tested by agarose gel electrophoresis, and the positive clones were contracted confirmation and sequencing by Sangon Biotech (Shanghai) Co., Ltd.

Inducing the recombinant protein *TAT-IhC-Der P 1-3T* expression

The *pET-28a(+)-TAT-IhC-Der P1-3T* recombinant plasmids were transferred to *E.coli* BL21 (DE3), the competent cells, and then applied to culture plate containing LB solid culture medium diluted in 100 mg/L Kana⁺ by single colony, which was cultured overnight at 37°C by 200 r/min. The ratio of cells to culture medium was adjusted to 1: 50, and set to 0.6 by OD₆₀₀ measurement. IPTG (final concentration: 1 mmol/L) was added to further culture the cells for 4-5 h at 200r/min. Then, 1.5 ml bacteria liquid was taken, and centrifuged at 4°C by 10000 r/min for 5min. The supernatant was removed, and 100 μ l (2×) protein sample buffer was added and mixed thoroughly. The solution was boiled for 10 min, and 20 μ l of it was taken and treated in 12.5% SDS-PAGE, followed by Kaumas brilliant blue staining before photographing.

Purification of recombinant protein *TAT-IhC-Der P1-3T*

E. coli BL21 (DE3) strains containing *pET-28a (+)-TAT-IhC-Der p 1-3T* recombinant plasmid were cultured on a large scale; and the cells were collected after precipitation. Ni²⁺-NTA resin was used to isolate and purify the recombinant TAT-IhC-Der p 1-3T as the user instructions. , and the purity was determined by SDS-PAGE.

Identification of recombinant protein *TAT-IhC-Der p 1-3T*

BCA protein assay kit and BSA standard were used to determine the protein concentration according the user protocol. After quantifying the protein, 10 μ g total protein was taken for separation by 12.5% SDS-PA-

GE, and then transferred to nitrocellulose membrane containing 1% BSA TBST (50 mmol/L Tris; pH 7.5; 150mmol/L NaCl; 0.1%Tween-20), which was blocked for 2 h at room temperature. Der p 1 antibody diluted in 1: 500 was applied to the membrane that was cultured overnight at 4°C, followed by rinsing three times with TBST(10 min/each rinse). Second HRP-Goat anti-rabbit IgG (1: 5000 dilution) was added to the membrane, which was incubated for 40 min at 37°C, subjected to three rinses (10 min/each rinsing) and exposure by ECL technique.

Determination of TAT-IhC-Der P 1-3T

The binding capacity of TAT-IhC-Der P 1-3T with IgE was tested using ELISA as procedures described in previous literature. Der p 1 was initially applied to a 96-well plate (500 ng/each well) that was coated overnight at 4°C, and TBST was used to rinse the plate 5 times (100 μ l/each well). Then the plate was blocked with TBST containing 1% BSA (150 μ l/each well) for 1 h at 37°C. Sera from the asthmatics were added by dilution ratio of 1:8, and incubated for 1 h at 37°C. The plate was rinsed 5 times with TBST, and added with TMB substrate and reacted for 20 min at 37°C. The reaction was terminated by stop buffer (50 μ l/each well), and measured at $A_{450\text{ nm}}$.

Results

Identification of recombinant vector pET28a (+)-TAT-IhC-Der p 1-3T

The recombinant plasmid pET28a (+)-TAT-IhC-Der p 1-3T was doubly digested with *Bam*H I and *Xho* I, and electrophoresis revealed a gene strip with approximate 800 bp (Fig. 1), which indicated that the recombinant plasmids were successfully constructed. By sequencing and NCBI-BLAST results, the size of the recombinants was 687 bp, which was consistent with that of TAT-IhC-Der p 1-3T gene.

Expression of the recombinant protein TAT-IhC-Der P 1-3T

In order to observe whether TAT-IhC-Der P 1-3T could induce expression, we transfected the recombinant vector pET28a(+)-TAT-IhC-Der p 1-3T with *E. coli* BL21 (DE3). After induction by IPTG at its optimal final concentration of 1 mmol/L and confirmation by SDS-PAGE, the strip indicating TAT-IhC-Der p 1-3T protein was exposed (Fig. 2), suggesting that this protein was successfully induced. The relative molecular mass was about 25000, which is consistent with the theoretical value. Single band was evident after treatment by Ni_2^+ -NTA resin (Fig. 2).

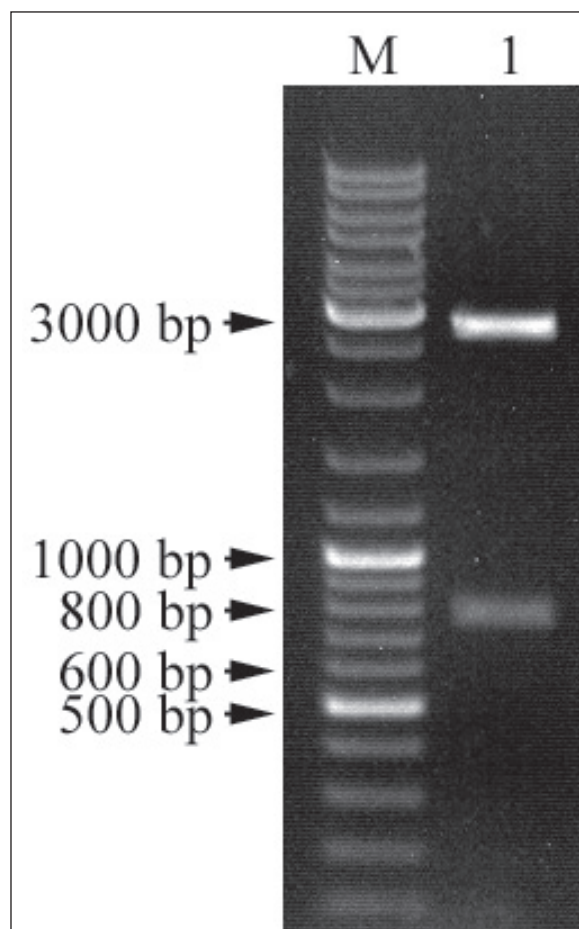


Fig. 1.—Endonuclease digestion with *Bam*H I and *Xho* I for recombinant plasmid pET28a (+)-TAT-IhC-Der p1-3T.
M: DNA Marker;
1: Products of pET28a (+)-TAT-IhC-Der p1-3T digested by *Bam*H I and *Xho* I.

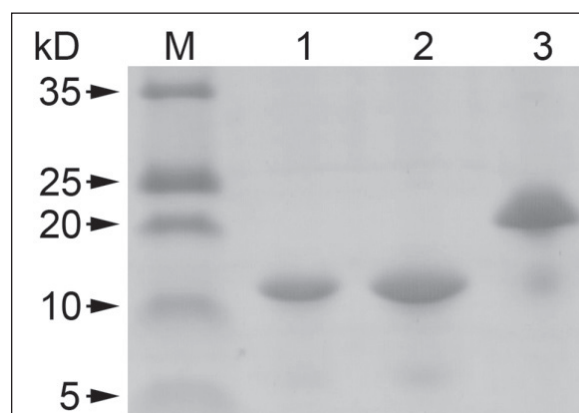


Fig. 2.—Detection of recombinant proteins Der P1-3T, TAT-Der P1-3T, and TAT-IhC-Der P1-3T purified from *E. coli* BL21(DE3) with Ni^{2+} -NTA chromatography.
M: Protein marker;
1. Purified recombinant protein Der P1-3T;
2. Purified recombinant protein TAT- Der p1-3T;
3. Purified recombinant protein TAT-IhC-Der P 1-3T.

Western blot detection of recombinant protein TAT-IhC-Der p 1-3T

To verify the purified recombinant protein band for TAT-IhC-Der p 1-3T, Western blot was performed by using Der p 1 polyclonal antibody. The results demonstrated an evident strip for TAT-IhC-Der p1-3T instead of the control *E. coli* BL21 (DE3) (Fig. 3). The size of the recombinant was comparable with that on SDS-PAGE, which indicated that TAT-IhC-Der p 1-3T was successfully purified, and can be used for further test.

TAT-IhC-Der P 1-3T ELISA IgE binding ability test

Recombinant protein TAT-IhC-Der p 1-3T was prokaryotically expressed and tested for its binding capacity with IgE in 16 aliquots of sera from patients sensitized by house dust mites. ELISA assay demonstrated a higher binding power of TAT-IhC-Der p 1-3T to bind to IgE over single Der p 1[(1.35±0.33) vs. (0.80±0.19)] ($P<0.001$). The findings showed that TAT-IhC-Der p 1-3T had excellent allergenicity.

Discussion

SIT is considered the only etiological therapy to modify the allergic disease process^{2,20}, and can effectively induce the production of allergen specific IgG₁ and IgG₄, thus leading the reduced antibody levels of allergen specific IgE, and blocking the occurrence of type I hypersensitivity²¹. SIT not only reduces the allergic sensitization, but also the incidence of asthma after treatment²². An early study on SIT by using

recombinant pollen allergen Bet V 1 with T cell epitopes being reserved while B cell epitopes being reduced had reduced the allergen specific IgE production, and prevented the allergens from binding to IgE and/or stimulated inability of body to induce antigen-specific T cells²³. These findings suggest that optimal SIT should be involved in vaccines with hypoallergenic (reduced B cell epitope), enhanced immunogenic (increased T cell epitope vaccine)². Prickett *et al* once proved the efficacy of CD₄⁺T cell epitope peptide derived from Ara h 1 allergen by stimulating the mononuclear cells from peripheral blood of patients allergic to peanuts²⁴, and Mackenzie *et al.* (2013) used the dominant T cell epitope peptide extracted from the ovalbumin of chicken egg for SIT, and found that this peptide had effectively inhibited the production of allergen specific IgE and eosinophilia²⁵.

Exogenous antigen uptaken by APCs can be degraded and bound with MHC II, and activated after presenting to CD₄⁺T cells, which leads to antigen specific immune responses. The effect of SIT by MHC II pathway has been confirmed¹⁵. However, the efficacy may be boosted if MHC II pathway can be presented through multiple T cell epitope peptide fusion protein.

In view of the TAT and IhC functions as well as the role of T cell epitopes in SIT, we tentatively constructed recombinant TAT-IhC-Der p 1-3T and prokaryotically expressed it in vector *pET-28a-TAT-IhC-Der p 1-3T*. After induction by IPTG and SDS-PAGE analysis, we found that this fusion allergen can be effectively expressed. Further Western blot assay proved that the allergens were successfully purified. Following experiments showed that the capacity of TAT-IhC-Der p 1-3T in binding with IgE is superior to Der p 1, and our findings are inconsistent with previous reports. Karamloo²⁶ constructed a chimeric protein from the melitin, which contains Api M 1, Api M 2 and Api m3 T cell epitopes, and successfully removed the B cell epitopes from the antigen. And his following test proved that the chimeric protein had lower binding potential with IgE than the natural allergen. Contrarily, our TAT-IhC-Der P 1-3T protein had enhanced power of allergen, this is probably associated with the overlapping of T cell and B cell epitopes in Der p 1²⁷, and emergence of new epitopes of B cell configuration or linear epitope. Yet the exact mechanism remains unclear.

In summary, we successfully obtained the fusion protein that can be intracellularly transferred and anchored in the lysosomes, and enhance T cell epitope peptide. This work may lay a foundation for vaccine development in therapy of asthmatic patients caused by house dust mites, particularly the vaccine on SIT basis.

Acknowledgements

This study was supported by a grant from the National Natural Science Foundation of China (No. 81270091, No. 30872367).

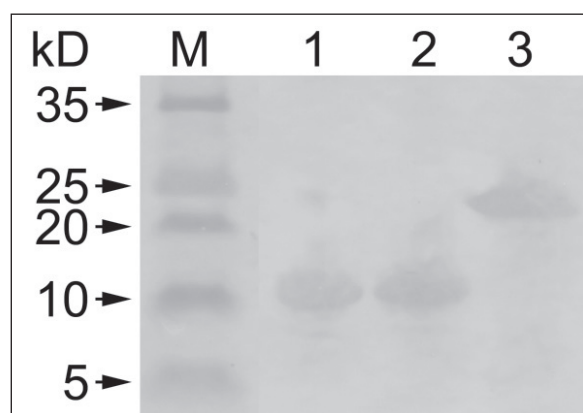


Fig. 3.—Western blot detection of purified recombinant proteins Der p1-3T, TAT- Der p1-3T, and TAT-IhC- Der p1-3T from *E. coli* strain BL21 (DE3) with Ni⁺-NTA chromatographic column. M: protein marker;
1. Purified recombinant protein Der p1-3T;
2. Purified recombinant protein TAT-Der p1-3T;
3. Purified recombinant protein TAT-IhC-Der p1-3T.

Disclosure of conflict of interest

None.

References

1. Rolland-Debord C, Lair D, Roussey-Bihouée T, et al. Block copolymer/DNA vaccination induces a strong allergen-specific local response in a mouse model of house dust mite asthma. *PLoS One* 2014. 9(1): e85976.
2. Fujita H, Soyka MB, Akdis M, et al., Mechanisms of allergen-specific immunotherapy. *Clin Transl Allergy* 2012. 2(1): 2.
3. Cole Johnson C, Ownby DR, Havstad SL, et al., Family history, dust mite exposure in early childhood, and risk for pediatric atopy and asthma. *J Allergy Clin Immunol* 2004. 114(1): 105-110.
4. Chruszcz M, Pomes A, Glesner J, et al. Molecular determinants for antibody binding on group 1 house dust mite allergens. *J Biol Chem* 2012. 287(10): 7388-98.
5. McElveen JE, Clark MR, Smith SJ, et al., Primary sequence and molecular model of the variable region of a mouse monoclonal anti-Der p 1 antibody showing a similar epitope specificity as human IgE. *Clin Exp Allergy* 1998. 28(11): 1427-34.
6. Barraza-Villarreal A, Hernandez-Cadena L, Moreno-Macias H, et al., Trends in the prevalence of asthma and other allergic diseases in schoolchildren from Cuernavaca, Mexico. *Allergy Asthma Proc* 2007. 28(3): 368-374.
7. Akdis M and Akdis CA, Therapeutic manipulation of immune tolerance in allergic disease. *Nat Rev Drug Discov* 2009. 8(8): 645-60.
8. Larche M, Akdis CA, Valenta R, Immunological mechanisms of allergen-specific immunotherapy. *Nat Rev Immunol* 2006. 6(10): 761-771.
9. Valenta R, The future of antigen-specific immunotherapy of allergy. *Nat Rev Immunol* 2002. 2(6): 446-453.
10. Valenta R, Ferreira F, Focke-Tejkl M, et al. From allergen genes to allergy vaccines. *Annu Rev Immunol* 2010. 28: 211-241.
11. Sabatos-Peyton CA, Verhagen J, Wraith DC. Antigen-specific immunotherapy of autoimmune and allergic diseases. *Curr Opin Immunol* 2010. 22(5): 609-615.
12. Rolland JM, Gardner LM, O'Hehir RE, Functional regulatory T cells and allergen immunotherapy. *Curr Opin Allergy Clin Immunol* 2010. 10(6): 559-566.
13. Campbell JD, Buckland KF, McMillan SJ, et al. Peptide immunotherapy in allergic asthma generates IL-10-dependent immunological tolerance associated with linked epitope suppression. *J Exp Med* 2009. 206(7): 1535-1547.
14. Germain RN, MHC-dependent antigen processing and peptide presentation: providing ligands for T lymphocyte activation. *Cell* 1994. 76(2): 287-299.
15. Cramer R, Fluckiger S, Daigle I, et al., Design, engineering and in vitro evaluation of MHC class-II targeting allergy vaccines. *Allergy* 2007. 62(2): 197-206.
16. Sanderson S, Frauwirth K, Shastri N. Expression of endogenous peptide-major histocompatibility complex class II complexes derived from invariant chain-antigen fusion proteins. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1995. 92(16): 7217-7221.
17. Lindsay MA, Peptide-mediated cell delivery: application in protein target validation. *Curr Opin Pharmacol* 2002. 2(5): 587-594.
18. Scott D, Addey C, Ellis P, et al., Dendritic cells permit identification of genes encoding MHC class II-restricted epitopes of transplantation antigens. *Immunity* 2000. 12(6): 711-720.
19. Wang RF, Wang X, Atwood AC, et al. Cloning genes encoding MHC class II-restricted antigens: mutated CDC27 as a tumor antigen. *Science* 1999. 284(5418): 1351-1354.
20. Alvaro M, Sancha J, Larramona H, et al., Allergen-specific immunotherapy: update on immunological mechanisms. *Allergol Immunopathol (Madr)* 2013. 41(4): 265-272.
21. Shim JY, Kim BS, Cho SH, et al. Allergen-specific conventional immunotherapy decreases immunoglobulin E-mediated basophil histamine releasability. *Clin Exp Allergy* 2003. 33(1): 52-57.
22. Moller C, Dreborg S, Ferdousi HA, et al. Pollen immunotherapy reduces the development of asthma in children with seasonal rhinoconjunctivitis (the PAT-study). *J Allergy Clin Immunol* 2002. 109(2): 251-256.
23. Winkler B, Baier K, Wagner S, et al., Mucosal tolerance as therapy of type I allergy: intranasal application of recombinant Bet v 1, the major birch pollen allergen, leads to the suppression of allergic immune responses and airway inflammation in sensitized mice. *Clin Exp Allergy* 2002. 32(1): 30-36.
24. Prickett SR, Voskamp AL, Phan T, et al. Ara h 1 CD4+ T cell epitope-based peptides: candidates for a peanut allergy therapeutic. *Clin Exp Allergy* 2013. 43(6): 684-697.
25. Mackenzie KJ, Fitch PM, Leech MD, et al. Combination peptide immunotherapy based on T-cell epitope mapping reduces allergen-specific IgE and eosinophilia in allergic airway inflammation. *Immunology* 2013. 138(3): 258-268.
26. Karamloo F, Schmid-Grendelmeier P, Kussebi F, et al., Prevention of allergy by a recombinant multi-allergen vaccine with reduced IgE binding and preserved T cell epitopes. *Eur J Immunol* 2005. 35(11): 3268-3276.
27. de Halleux S, Stura E, VanderElst L, et al. Three-dimensional structure and IgE-binding properties of mature fully active Der p 1, a clinically relevant major allergen. *J Allergy Clin Immunol* 2006. 117(3): 571-576.



Original/Otros

Microbiological assessment of lettuce salads and antimicrobial resistance of *Staphylococcus* spp

Josi Guimarães César¹, Andriele Madruga Peres², Caroline Pereira das Neves², Érica Tupiniquim Freitas de Abreu², Jozi Fagundes de Mello², Ângela Nunes Moreira^{1,2,3} and Kelly Lameiro Rodrigues^{1,2}

¹Programa de Pós-graduação em Nutrição e Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Nutrição, Campus Porto, Pelotas, RS. ²Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Nutrição, Campus Porto, Pelotas, RS. ³Programa de Pós-graduação em Biotecnologia, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão, Pelotas, RS, Brasil.

Abstract

Introduction: self-service restaurants in which food is served ready to be consumed are liable to have some products contaminated by pathogenic microorganisms causing food-transmitted diseases.

Aim: evaluates the microbiological quality of lettuce salads in restaurants in Pelotas RS Brazil by counts of thermo-tolerant coliforms, *E. coli*, *Staphylococcus* spp. and detection of *Salmonella* spp. Antimicrobial resistance of *Staphylococcus* spp. isolates are also assessed.

Methods: thirty-six samples of lettuce salads were collected from nine restaurants and thermotolerant coliforms, *Escherichia coli* and *Staphylococcus* spp. were quantified, coupled to a research on *Salmonella* spp., following methodology by the Bacteriological Analytical Manual. *Staphylococcus* spp. isolates underwent antimicrobial resistance test by the disc-diffusion method.

Results and discussion: results showed that 61.1% of the salad samples contained more thermotolerant coliforms than allowed by Brazilian legislation and *E. coli* was confirmed in 5.6% of the samples. Positive and negative coagulase *Staphylococcus* occurred respectively in 5.6% and 77.8% of isolates, but no sample had *Salmonella* spp. Further, 56.7% of the thirty isolates of *Staphylococcus* spp. tested were resistant to penicillin; 46.7% to oxacillin; 26.7% to erythromycin and 23.3% were multi-resistant.

Conclusion: inadequate quality of the salad was due to pathogenic microorganisms, while *Staphylococcus* spp. isolates had a high percentage of antimicrobial resistance.

(Nutr Hosp. 2015;32:2280-2285)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9632

Key words: Microorganism markers. Restaurants. Antibiotics.

Correspondence: Josi Guimarães César.
Universidade Federal de Pelotas.
Calle Pinto Martins, 652 A apto. 31. Barrio Centro.
Pelotas, RS, Brasil. CEP 96020-350.
E-mail: josigcesar@gmail.com

Recibido: 10-VII-2015.
Aceptado: 14-VIII-2015.

EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DE ENSALADAS DE LECHUGA Y PERFIL DE RESISTENCIA ANTIMICROBIANA DE *STAPHYLOCOCCUS* SPP

Resumen

Introducción: la procura por establecimientos que ofrecen alimentos prontos para consumo ha aumentado, sin embargo, los alimentos disponibles en estos locales pueden estar contaminados con microorganismos patógenos, pudiendo causar enfermedades transmitidas por alimentos.

Objetivos: evaluar la calidad microbiológica de las ensaladas de lechuga en los restaurantes de Pelotas RS Brasil, a través de los recuentos de coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*, *Staphylococcus* spp. y la detección de *Salmonella* spp. Resistencia a los antimicrobianos de *Staphylococcus* spp. también se evalúan.

Métodos: fueron colectadas 36 muestras de ensaladas de lechuga en nueve restaurantes y realizada la cuantificación de coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* y *Staphylococcus* spp. e investigación de *Salmonella* spp., siguiendo la metodología del Bacteriological Analytical Manual. Los aislados de *Staphylococcus* spp. fueron sometidos al examen de resistencia a antimicrobianos por el método de difusión con discos.

Resultados y discusión: de las 36 muestras de ensalada de lechuga, 61,1% presentaron cuantificación de coliformes termotolerantes superiores a lo permitido por la legislación brasileña, y hubo confirmación de *E. coli* en 5,6% de las muestras. La cuantificación de *Staphylococcus* coagulasa positiva representó 5,6% de los aislados y *Staphylococcus* coagulasa negativa representó 77,8%. Todas las muestras presentaron ausencia de *Salmonella* spp. De los 30 aislados de *Staphylococcus* spp. examinados, 56,7% fueron resistentes a penicilina, 46,7% a oxacilina, 26,7% a eritromicina y 23,3% fueron multirresistentes.

Conclusión: la calidad microbiológica de las ensaladas de lechuga se mostró inadecuada debido a la presencia de microorganismos patógenos, y los aislados de *Staphylococcus* spp. presentaron elevado porcentaje de resistencia antimicrobiana.

(Nutr Hosp. 2015;32:2280-2285)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9632

Palabras clave: Microorganismos indicadores. Restaurantes. Antibióticos.

Abbreviations

FD: foodborne disease.
MPN: Most Probable Number.
CFU: Colony-Forming Units.
PCS: positive coagulase *Staphylococcus*.
NCS: negative coagulase *Staphylococcus*.

Introduction

Self-service restaurants in which food is served ready to be consumed are liable to have some products contaminated by pathogenic microorganisms causing foodborne diseases (FD)^{1,2,3}. Thermotolerant coliforms and *Escherichia coli* are microorganism indicators of fecal contamination; *Staphylococcus* spp. indicates poor hygiene conditions during food processing; and *Salmonella* spp. is a pathogenic microorganism which may cause infections by food⁴. Epidemiological data in Brazil show that *Salmonella* spp., positive coagulase *Staphylococcus* and *Escherichia coli* are the main agents in FD outbreaks⁵.

Lettuce (*Lactuca sativa*) is consumed worldwide and has an important role on the Brazilian market. In fact, this leafy vegetable has beneficent qualities for health due to its fiber rates and antioxidant properties^{2,6,7,8}. Since the lettuce is consumed raw, adequate hygiene process should be undertaken to eliminate pathogen microorganisms^{9,10,11}. In fact, the lettuce has been associated with contamination by certain pathogenic microorganisms such as *Salmonella* spp., *Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes*^{12,13}.

Staphylococcus spp., especially positive coagulase *Staphylococcus*, may occur in food intoxication outbreaks^{5,10,11}. Further, since it acquires antimicrobial resistance and bacterial multiresistance, it becomes the main problem in the treatment of infections¹⁴.

Antimicrobial resistance is actually a growing health issue in animal breeding and public health. Several bacteria in the environment are resistant and may contaminate water and food with serious consequence to health^{15,16}. Due to their capacity in acquiring antimicrobial resistance, *Staphylococcus* infections are on the increase, with a greater number of multi-resistant strains and rising difficulties in their treatment^{17,18,19,20}.

Current analysis evaluates the microbiological quality of lettuce salads in restaurants in Pelotas, RS, Brazil by counts of thermo-tolerant coliforms, *E. coli*, *Staphylococcus* spp. and detection of *Salmonella* spp. Antimicrobial resistance of *Staphylococcus* spp. isolates are also assessed.

Methods

Experimental design and sampling

A transversal analysis was conducted in self-service restaurants in Pelotas, RS, Brazil. Information on the

number and place of the restaurants was retrieved from the sanitary and food vigilance sector of the Municipal Health Office for the experimental design. Sampled population comprised 10% of the number (91) of self-service restaurants in the town, with the random selection of 9 restaurants.

Collection of samples

A sample of lettuce salad was retrieved from each restaurant (n=9), once a week, during four weeks, with a total of 36 samples. Samples were retrieved as if one were buying lettuces; collection occurred at the distribution section and the lettuces were packed in disposable thermal packages available at the restaurant. The package was closed, identified and taken immediately to the laboratory for analysis.

Microbiological analyses

Thermo-tolerant coliforms, *Escherichia coli* and *Staphylococcus* spp were counted and search for *Salmonella* spp. was undertaken, following requirements by Brazilian legislation²¹. Microbiological analyses followed methodology by the Bacteriological Analytical Manual²². Counts of thermo-tolerant coliforms followed the Most Probable Number (MPN) method in a Lauril Sodium Sulfate broth test (LST, Merck®) and a confirmation test in *Escherichia coli* broth (EC, Merck®). Confirmation analysis for *E. coli* was undertaken where the confirmed culture was streaked by Eosin-Methylene Blue Agar Plate Protocol (L-BEM, Merck®), incubated at 36 °C for 24 h. Typical colonies were transferred to Count Standard Agar plates (PCA, Merck®) and incubated at 36 °C for 24 h. Colonies were Gram stained and pure cultures underwent biochemical tests.

For the analysis for *Salmonella* spp., pre-heating was done in Buffered Peptone Water (Merck®), at 37 °C for 24 h. After incubation, 1 mL was transferred to Tetrathionate Broth (Merck®) to which 0.1mL of brilliant green and 0.2 mL iodine were added; 0.1 mL was transferred to Rappaport-Vassiliadis broth (Merck®) and incubated at 42 °C for 24 h. Seeding in Hektoen Agar (HE, Merck®) and agar Xylose-lysine-deoxycholate (XLD, Merck®) was performed after the above selective enrichment; it was then incubated at 37 °C for 24 h. Characteristic colonies underwent biochemical and serum tests.

Three decimal dilutions were performed for the isolation of *Staphylococcus* spp. and 1 mL of each was divided into three Agar Baird Parker plates (BP, Merck®) enriched with egg yolk emulsion and potassium tellurite 1% by surface spreading, and incubated at 37 °C for 48 h. Further, typical and atypical presumptive colonies were counted and given in Colony-Forming Units per gram of food (CFU/g). Isolated colonies were Gram-stained and the characteristic and pure ones were

selected. A loopful of each selected colony was inoculated in Brain Heart Infusion broth (BHI, Merck®) and incubated at 37 °C for 24 h. The coagulase test was performed and colonies with coagulates were considered positive; otherwise they were considered negative.

Antimicrobial resistance

Antimicrobial resistance by disc diffusion technique was verified from isolates of positive coagulase *Staphylococcus* (PCS) and negative coagulase *Staphylococcus* (NCS), according to the Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI)²³. Isolates were first cultivated in BHI broth (Merck®) at 36 °C and inoculated in a saline solution 0.85 % (Merck®) till Mac Farland scale 0.5. The culture was then spread on a plate containing Agar Muller Hinton (MH, Merck®) and the antimicrobial discs (Invitrogen®); they were similar spread and incubated at 37 °C for 24 h for Gram positive bacteria. Halo was measured in centimeters from one extremity to the other and result was obtained by comparing tables for CLSI resistance standard²³. The 12 antimicrobial agents tested composed the antimicrobial disc: ampicillin (10 µg), penicillin (10 units), oxacillin (1 µg), clindamycin (2 µg), sulfamethoxazole/trimethoprim (23.75/1.25 µg), chloramphenicol (30 µg), erythromycin (15 µg), gentamicin (10 µg), tetracycline (30 µg), vancomycin (30 µg), ciprofloxacin (5 µg), cefepime (30 µg), rifampicin (5 µg) (CLSI, 2007).

Statistical analysis

Statistical analyses were performed with SPSS® (Chicago, v. 17.0, 2008) for antimicrobial resistance test.

Results and discussion

Twenty-two (61.1%) of the 36 lettuce salad samples analyzed contained thermotolerant coliforms above the limit allowed by Brazilian legislation, or rather, up to 10² NMP/g²¹ (Table I).

Table I <i>Amount of thermotolerant coliforms in samples of lettuce salads. Pelotas, 2015. (n=36)</i>		
	Samples	
	n (%)	Counts (MPN/g)
Thermotolerant coliforms	15 (41.7)	1.1x10 ³ a > 1.1x10 ³
	7 (19.4)	1.6x10 ² to 4.6x10 ²
	10 (27.8)	3.6 to 93
	4 (11.1)	< 3

MPN/g – Most Probable Number per gram of food.

Brandão et al.²⁴ evaluated 30 samples of lettuce salad in self-service restaurants in Rio de Janeiro, RJ, Brazil and detected 22 samples (73.3%) contaminated by thermotolerant coliforms, with 6 samples (19.9%) above the limit allowed by Brazilian legislation. Another study evaluated the microbiological quality of lettuce salads in 10 self-service restaurants in Gurupi, TO, Brazil and reported 12 samples (60%) contaminated by thermotolerant coliforms above the minimum rate²⁵.

Moreover, two samples (5.6%) out of the 36 samples in current analysis were confirmed for *E. coli*, with 3.6 MPN/g in each sample. Several other studies register *E. coli* in lettuces ready for consumption, with percentages ranging between 3.5 and 30% contamination^{24,26,27,28}.

The amount of thermotolerant coliforms at percentages higher than those permitted by the legislation in ready foods, and the confirmation of *E. coli* indicate either improper prime matter conditions, or unsatisfactory food processing conditions or inadequate hygiene-sanitary conditions^{21,24,29,30,31}. Contamination in current analysis may be related to the fact that lettuce salads were served raw and either there were inadequate hygiene procedures during food handling or contamination occurred in the post-processing period^{4,24,27,28}.

No *Salmonella* spp. was reported in any of the analyzed samples (25 g of food) and thus Brazilian legislation was complied with (BRASIL, 2001). Results were similar to other studies that assessed *Salmonella* spp. in lettuce salad^{24,26,27,28,32}.

Two (5.6%) out of the 36 samples were reported with PCS, whereas 28 (77.8%) were reported with NCS (Table II).

Whereas a study in São Bernardo do Campo, SP, Brazil evaluated 30 samples of raw green vegetables in self-service restaurants and detected one sample (3.3%) with PCS³³. Another study in Porto Alegre, RS,

Table II
Quantity of Staphylococcus spp. in lettuce salad samples. Pelotas, 2015. (n=36)

	Samples	
	n (%)	Counts (CFU/g)
Positive coagulase <i>Staphylococcus</i>	1 (2.8)	2x10 ⁵
	1 (2.8)	2x10 ³ (est.)
	34 (94.4)	< 10
Negative coagulase <i>Staphylococcus</i>	13 (36.1)	1x10 ⁵ a 5x10 ⁵
	9 (25.0)	1x10 ⁴ a 7.0x10 ⁴
	5 (13.9)	3x10 ³ a 9x10 ³
	1 (2.8)	9x10 ²
	8 (22.2)	< 10

CFU/g – Colony-Forming Unit per gram of food; (est.) - estimated count

Brazil evaluated 26 samples of different types of food, including raw and boiled salads, and reported 15 samples (57.7%) contaminated with NCS. The same study assessed the hands of 21 food handlers and discovered 9 people with *Staphylococcus* spp.³⁴.

Although staphylococcus contamination occurs by inadequate hygiene of hands, the production of toxins occurs in food with *Staphylococcus* spp. counts over 10⁵ CFU/g^{5,18,30,31,35,36,37}.

Moreover, *Staphylococcus* spp. is resistant to several antimicrobial classes and may cause illness and even death owing to infections^{38,39,40,41}. The microbial resistance test (n=30) was undertaken from *Staphylococcus* spp. isolates. Results revealed that isolates had a higher resistance percentage to penicillin (56.7%), oxacillin (46.7%) and erythromycin (26.7%). Only one isolate (3.3%) had an intermediate resistance to the antimicrobial agent erythromycin. All *Staphylococcus* spp. isolates under analysis were sensitive to the antimicrobial agent gentamicin (Table III).

Other studies that evaluated the antimicrobial resistance of *S. aureus*, a PCS isolated from food and humans, detected 31 (58.5%) of samples resistant to penicillin⁴⁰; 133 (47.6%) resistant to oxacillin⁴²; 29 (22.7%) resistant to erythromycin⁴³ and 8 (100%) samples sensitive to gentamicin⁴⁴.

Penicillin and oxacillin belong to the antimicrobial β -lactam class and antimicrobial resistance occurs through the interference in the synthesis and remodeling of bacterial peptidoglycans. However, erythromycin belongs to the macrolide class and its antimicrobial resistance occurs by the inhibition of protein synthesis of the susceptible bacterial cells in the 50S ribosomal subunit. β -lactam resistance in positive Gram bacteria mainly occurs on the alteration of the target protein, with enzyme degradation^{39,45,46}.

Seven (23.3%) among the 30 *Staphylococcus* spp. isolates evaluated for antimicrobial resistance were

multi-resistant, of which one isolate was resistant to six antimicrobial agents (clindamycin, vancomycin, erythromycin, rifampicin, oxacillin and penicillin). Similar studies on antimicrobial resistance of *Staphylococcus* isolates also reported multi-resistance to the same anti-microbial agents^{44,47,48}.

Several mechanisms may trigger bacterial multi-resistance: either by intercellular decrease of the antimicrobial agent by an alteration in the permeability of the external membrane and decrease transport through the internal membrane, or by active efflux through enzyme mutation or modification and the deviation of the drug to the target⁴⁹. Multi-resistant isolates may increase the number of highly persistent infections, limit the use of available antimicrobial agents and, consequently, make difficult clinical treatment, increase the dissemination of infections, hospital costs and mortality rates^{14,50}.

Conclusion

The microbiological quality of lettuce salads is very poor. Although *Salmonella* spp. was not detected, more than half the samples contained thermotolerant coliforms above the limit permitted by legislation. Important pathogens in food, such as *E. coli* and *Staphylococcus* spp. were reported, coupled to a high percentage of antimicrobial resistance of isolated microorganisms.

Acknowledgement

The researchers would like to thank the Coordination of Superior Level Staff Improvement (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES).

Table III
Antimicrobial resistance test of Staphylococcus spp. isolates in lettuce salad. Pelotas, 2015. (n=30)

Antimicrobial agents	Sensitive (%)	Intermediate (%)	Resistant (%)
Vancomycin	96.7	0	3.3
Erythromycin	70	3.3	26.7
Chloramphenicol	93.3	0	6.7
Rifampicin	96.7	0	3.3
Cefepime	93.3	0	6.7
Oxacillin	53.3	0	46.7
Penicillin	43.3	0	56.7
Ciprofloxacin	90	0	10
Gentamicin	100	0	0
Tetracycline	96.7	0	3.3
Sulfamethoxazole/trimethoprim	96.7	0	3.3

References

1. Welker CAD, Both JMC, Longaray SM, Haas S, Soeiro MLT, Ramos RC. Análise microbiológica dos alimentos envolvidos em surtos de doenças transmitidas por alimentos (DTA) ocorridos no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev Bras Bioc* 2010; 8: 44-48.
2. Pereira EL, Rodrigues A, Ramalhosa E. Influence of working conditions and practices on fresh-cut lettuce salads quality. *Food Control* 2013; 33: 406-412. doi: 10.1016/j.foodcont.2013.03.021.
3. Leong D, Alvarez-Ordóñez A, Jordan K. Monitoring occurrence and persistence of *Listeria monocytogenes* in foods and food processing environments in the Republic of Ireland. *Front. Microbiol* 2014; 5: 4361-4368. doi: 10.3389/fmicb.2014.00436.
4. Franco BDGM, Landgraf M. *Microbiologia dos alimentos*. Vol. I. Artmed, Porto Alegre; 2008.
5. Brasil. 2014. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância e Saúde. *Vigilância Epidemiológica das Doenças de Transmissão de Alimentos Hídrica e Alimentar (VE-DTA). Dados epidemiológicos de 200 a 2014*. [Internet]. 2001 [acesso 2015 abr 12]. Disponível em: <http://www.saude.gov.br/
6. Abreu IMO, Junqueira AMR, Peixoto JR, Oliveira AS. Qualidade microbiológica e produtividade de alface sob adubação química e orgânica. *Ciênc Tecnol Aliment* 2010; 30: 108-118. doi: 10.1590/S0101-20612010000500018.
7. Zhou T, Harrison AD, McKellar R, Young JC, Odumeru J, Piyasena P. Determination of acceptability and shelf life of ready-to-use lettuce by digital image analysis. *Food Res Int* 2004; 37: 875-881. doi: 10.1016/j.foodres.2004.05.005.
8. Mogharbel ADI, Masson ML. Perigos associados ao consumo da alface, (*Lactuca sativa*), in natura. *Alim Nutr Araraquara* 2005; 16: 83-88.
9. Moreira IS, Souza FC, Santos FM, Feitosa MKSB, Marques LF. Eficiência de soluções antimicrobiana na desinfecção de alface tipo crespa comercializada em feira livre. *Rev Verde* 2013; 8: 171-177. doi: 10.18378/rvads.v8i2.2196.
10. Bennett SD, Walsh KA, Gould LH. Foodborne disease outbreaks caused by *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, and *Staphylococcus aureus* - United States, 1998-2008. *Clin Infect Dis* 2013; 57: 425-433. doi: 10.1093/cid/cit244.
11. Ho J, Boost M, O'Donoghue M. Sustainable reduction of nasal colonization and hand contamination with *Staphylococcus aureus* in foodhandlers, 2002-2011. *Epidemiol Infect* 2014; 13: 1-10. doi: 10.1017/S0950268814002362.
12. Jablasone J, Warriner K, Griffiths M. Interactions of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium* and *Listeria monocytogenes* plants cultivated in a gnotobiotic system. *Int J Food Microbiol* 2005; 99: 7-18.
13. Jeddí MZ, Yunesian M, Gorji ME, Noori N, Pourmand MR, Khanik GRJ. Microbial Evaluation of Fresh Minimally-processed Vegetables and Bagged Sprouts from Chain Supermarkets. *J Health Popul Nutr* 2014; 32: 391-399.
14. Deleo FRE, Chambers HF. Reemergence of antibiotic-resistant *Staphylococcus aureus* in the genomics era. *J Clin Invest* 2009; 119: 2464-2474. doi: 10.1172/JCI38226.
15. Normanno G, La Salandra G, Dambrosio A, Quaglia NC, Corrente M, Parisi A, Santagada G, Firinu A, Crisetti E, Celano GV. Occurrence, characterization and antimicrobial resistance of enterotoxigenic *Staphylococcus aureus* isolated from meat and dairy products. *Int J Food Microbiol* 2007; 115: 290-296.
16. Resch M, Nagel V, Hertel C. Antibiotic resistance of coagulase-negative staphylococci associated with food and used in starter cultures. *Int J Food Microbiol* 2008; 127: 99-104. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2008.06.013.
17. Gorwitz RJ, Kruszon-Moran D, McAllister SK, McQuillan G, McDougal LK, Fosheim GE, Jensen BJ, Killgore G, Tenover FC, Kuehnert MJ. Changes in the prevalence of nasal colonization with *Staphylococcus aureus* in the United States, 2001-2004. *J Infect Dis* 2008; 197: 1226-1234. doi: 10.1086/533494.
18. Chambers HF, Deleo FR. Waves of resistance: *Staphylococcus aureus* in the antibiotic era. *Nat Rev Microbiol* 2009; 7: 629-641. doi: 10.1038/nrmicro2200.
19. Montoya IC, Mira MO, Álvarez IA, Cofre JG, Cohen JV, Donoso GW, Torres JPT. Resistencia inducible a clindamicina em *Staphylococcus aureus* metilicilino resistente. *Rev Chil Pediatr* 2009; 80: 48-53. doi: 10.4067/S0370-41062009000100006.
20. Rinsky JL, Nadimpalli M, Wing S, Hall D, Baron D, Price LB, Larsen J, Stegger M, Stewart J, Heaney CD. Livestock-Associated Methicillin and Multidrug Resistant *Staphylococcus aureus* Is Present among Industrial, Not Antibiotic-Free Livestock Operation Workers in North Carolina. *PLoS One* 2013; 8: e67641. DOI: 10.1371/journal.pone.0067641.
21. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos*. Resolução Resolução nº. 12 de 02 de janeiro de 2001. [Internet]. 2001 [acesso 2015 abr 12]. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/
22. Food and Drug Administration (FDA). *Bacteriological Analytical Manual*. AOAC International, Gaithersburg; 2001.
23. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). *Performance standard for antimicrobial susceptibility testing*. EUA; 2007.
24. Brandão MLL, Almeida DO, Bispo FCP, Bricio SML, Marin VA, Miagostovich MP. Assessment of Microbiological Contamination of Fresh, Minimally Processed, and Ready-to-Eat Lettuces (*Lactuca sativa*), Rio de Janeiro State, Brazil. *J Food Sci* 2014; 79: 961-966. doi: 10.1111/1750-3841.12459.
25. Junior JP, Gontijo EEL, Silva MG. Perfil parasitológico e microbiológico de alfaces comercializadas em restaurantes self-service de Gurupi-TO. *Rev Cient do ITPAC Araguaína*. 2012; 5: Pub.2.
26. Loncarevic S, Johannessen GS, Rorvik LM. Bacteriological quality of organically grown leaf lettuce in Norway. *Lett Appl Microbiol* 2005; 41: 186-189.
27. Oliveira M, Usall J, Viñas I, Anguer AM, Gatiús F, Badias M. Microbiological quality of fresh lettuce from lettuce from organic and conventional production. *Food Microbiol* 2010; 27: 679-684. doi: 10.1016/j.fm.2010.03.008.
28. Althaus D, Hofer E, Corti S, Julmi A, Stephan R. Bacteriological Survey of Ready-to-Eat Lettuce, Fresh-Cut Fruit, and Sprouts Collected from the Swiss Market. *J Food Prot* 2012; 75: 1338-1341. doi: 10.4315/0362-028X.JFP-12-022.
29. Silva ND, Junqueira VCA, Silveira NFA, Taniwaki MH, Santos RFS, Gomes RAR. *Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos*. Vol. IV. Livraria Varela, São Paulo; 2010.
30. Silva Júnior EA. *Manual de controle higiênico-sanitário em serviços de alimentação*. Vol. VI. Livraria Varela, São Paulo; 2012.
31. Oliveira ABAC, Silveira R, Trindade JT, Cardoso EC, Itapema MR. Avaliação da presença de microrganismos indicadores higiênico-sanitários em alimentos servidos em escolas públicas de Porto Alegre, Brasil. *Ciênc & Saúde Coletiv* 2013; 18: 955-962.
32. Maistro LC, Miyaa NTN, Sant'anab AS, Pereira JL. Microbiological quality and safety of minimally processed vegetables marketed in Campinas, SP - Brazil, as assessed by traditional and alternative methods. *Food Control* 2012; 28: 258-264. doi:10.1016/j.foodcont.2012.05.021.
33. Calil BEM, Ferreira FLA, Brazão CS, Sovenhi CC. Qualidade microbiológica de saladas oferecidas em restaurantes tipo self-service. *ASA* 2013; 1, 36-42.
34. Mello JF, Rocha LB, Lopes ES, Frazzon J, COSTA MSanitary quality, occurrence and identification of *Staphylococcus* sp. in food services. *Braz J Microbiol* 2014; 45: 1031-1037. doi: 10.1590/S1517-83822014000300036.
35. Rizek CF, Matté MH, Dropa M, Mamizuka EM, DE Almeida LM, Lincopan N, Matté GR, Germano, PM. Identification of *Staphylococcus aureus* carrying the mecA gene in ready-to-eat food products sold in Brazil. *Foodborne Pathog Dis* 2011; 8: 561-563. doi: 10.1089/fpd.2010.0706.
36. Gücükoğlu A, Çadirci Ö, Terzi G, Kevenk TO, Alişarlı M. Determination of enterotoxigenic and Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus* in ice cream. *J Food Sci* 2013; 78: 738-741. doi: 10.1111/1750-3841.12093.
37. Bhunia A. *Foodborne microbial pathogens - mechanisms and pathogenesis*. Springer, New York; 2008.

38. Erkan M, Vural A, Oezekinci T. Investigating the presence of *Staphylococcus aureus* and coagulase negative Staphylococci (CNS) in some leafy green vegetables. *Res Biol Sci* 2008; 3: 930-933.
39. Spanu V, Scarano C, Cossu F, Pala C, Spanu C, De Santis EP. Antibiotic Resistance Traits and Molecular Subtyping of *Staphylococcus aureus* Isolated from Raw Sheep Milk Cheese. *J Food Sci* 2014; 79: 2066-2071. doi: 10.1111/1750-3841.12590.
40. Wang X, Wang Y, Guo G, Usman T, Hao D, Tang X, Zhang Y, Yu Y. Antimicrobial resistance and toxin gene profiles of *Staphylococcus aureus* strains from Holstein milk. *Lett Appl Microbiol* 2014; 58: 527-534. doi: 10.1111/lam.12221.
41. Souza M, Silva N, Igrejas G, Silva F, Sargo R, Alegria N, Benito D, Gómez P, Lozano C, Gómez-Sanz E, Torres C, Caniça M, Poeta P. Antimicrobial resistance determinants in *Staphylococcus* spp. recovered from birds of prey in Portugal. *Vet Microbiol* 2014; 171: 436-440. doi: 10.1016/j.vetmic.2014.02.034.
42. Pournajaf A, Ardebili A, Goudarzi L, Khodabandeh M, Narimani T, Abbaszadeh H. PCR-based identification of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* strains and their antibiotic resistance profiles. *Asian Pac J Trop Biomed* 2014; 4: 293-297. doi: 10.12980/APJTB.4.2014C423.
43. Kumar R, Yadav BR., Singh RS. Genetic determinants of antibiotic resistance in *Staphylococcus aureus* isolates from milk of mastitic crossbred cattle. *Curr Microbiol* 2010; 60: 379-386. doi: 10.1007/s00284-009-9553-1.
44. Hassan AS, Altalhi AD, Gherbawy YA, El-Deeb BA. Bacterial Load of Fresh Vegetables and Their Resistance to the Currently Used Antibiotics in Saudi Arabia. *Foodborne Pathog Dis* 2011; 8: 1011-1018. doi: 10.1089/fpd.2010.0805.
45. Xu J, Shi C, Song M, Xu X, Yang P, Paoli G, Shi X. Phenotypic and Genotypic Antimicrobial Resistance Traits of Foodborne *Staphylococcus aureus* Isolates from Shanghai. *J Food Sci* 2014; 79: 635-642. DOI: 10.1111/1750-3841.12405.
46. Weisblum B. Erythromycin Resistance by Ribosome Modification. *Antimicrob Agents Chemother* 1995; 39: 577-585.
47. Hammad AM, Watanabe W, Fujii T, Shimamoto, T. Occurrence and characteristics of methicillin-resistant and-susceptible *Staphylococcus aureus* and methicillin-resistant coagulase-negative staphylococci from Japanese retail ready-to-eat raw fish. *Int J Food Microbiol* 2012; 156: 286-289. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2012.03.022.
48. Ye Y, Jiang Q, Wu Q, Zhang J, Lu J, Lin L. The Characterization and Comparison of *Staphylococcus aureus* by Antibiotic Susceptibility Testing, Enterobacterial Repetitive Intergenic Consensus-Polymerase Chain Reaction, and Random Amplified Polymorphic DNA-Polymerase Chain Reaction. *Foodborne Pathog Dis* 2012; 9: 168-171. doi: 10.1089/fpd.2011.0927.
49. Depardieu F, Podglajen I, Leclercq R, Collatz E, Courvalin P. Modes and modulations of antibiotic resistance gene expression. *Clin Microbiol Rev* 2007; 20: 79-114. doi: 10.1128/CMR.00015-06.
50. Wang X, Li G, Xia X, Yang B, Xi M, Meng J. Antimicrobial susceptibility and molecular typing of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in retail foods in Shaanxi, China. *Foodborne Pathog Dis*. 2014; 11: 28128-28136. doi: 10.1089/fpd.2013.1643.



Original/Otros

Urbano o rural: ¿dónde se come mejor y de forma más saludable?

E. Valero Blanco^{1*}, A. Ortega de la Torre^{1,3*}, P. Bolaños-Ríos², I. Ruiz- Prieto², A. Velasco⁴
e I. Jáuregui-Lobera^{1,2}

¹Área de Nutrición y Bromatología, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla. ²Instituto de Ciencias de la Conducta, Sevilla.

³CIBER de Diabetes y Enfermedades Metabólicas Asociadas (CIBERDEM), España. ⁴Universidad Politécnica, Madrid, España.

*Contribución por igual.

Resumen

Introducción: considerando la influencia del entorno sobre el individuo y sus elecciones y comportamientos en general, y con respecto a la alimentación en particular, cabe preguntarse si ésta es más o menos sana en el ámbito rural o en el urbano.

Objetivos: analizar la percepción del grado en que la alimentación puede considerarse mejor o peor y más o menos saludable en el ámbito rural y urbano.

Método: 281 estudiantes (18,37 ± 6,28 años) participaron voluntariamente en el estudio mediante la cumplimentación un cuestionario *ad hoc* a fin de recoger las características atribuidas a la alimentación rural y urbana.

Resultados: el 49,50% consideró que se come mejor en el ámbito rural, frente al 8,50% que estimó que se come mejor en el medio urbano, y el 42% consideró que se come por igual en ambos, respectivamente. En cuanto a la opción rural-urbano respecto a dónde se come de modo más saludable, el 80,42% afirmó que se come de forma más saludable en el medio rural y el 19,57% en el medio urbano. El 85,10% de los participantes con un origen familiar rural consideró que en el medio rural se come más saludablemente, frente al 75,80% cuyo origen familiar era urbano.

Discusión y conclusiones: la percepción de lo sano no resulta uniforme, ni comer mejor es equiparable a comer más sano desde el punto de vista de la población general. Lo que se considera comer mejor no siempre se acerca al criterio médico-nutricional de saludable, e incluso puede alejarse de ello. Este aspecto puede hacer más difícil llevar la idea de una alimentación saludable a la generalidad de la población.

(Nutr Hosp. 2015;32:2286-2293)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9688

Palabras clave: Alimentación saludable. Medio rural. Medio urbano. Hábitos de alimentación.

CITY VS. COUNTRYSIDE: WHERE DO YOU EAT BEST AND HEALTHIEST?

Abstract

Introduction: bearing in mind the influence of the environment on the individuals and their choices and behaviours in general and particularly with respect to food, it might be interesting to explore whether eating habits are better or healthier in rural areas than in urban ones.

Objective: to analyse the perception of the level in which eating habits could be considered better or worse, more or less healthy, in rural and urban areas.

Method: 281 students (18.37 ± 6.28 years) volunteered participated in the study completing an *ad hoc* questionnaire designed to measure the characteristics attributed by the participants to the rural and urban eating habits.

Results: 49.50% of the participants considered that food is better in rural areas, 8.50% in urban contexts and 42% equally in both rural and urban areas; 80.42% responded that food is healthier in rural areas and 19.57% in urban areas. In addition, 85.10% of the participants coming from rural families considered that food is healthier in the country and the same applies to 75.80% coming from urban families.

Discussion and conclusions: the perception about what is healthy is not uniform. From a general point of view it seems that eating better is not the same than eating healthier. The idea of eating better not always is synonymous of eating healthy from a medical-nutritional point of view. This difference could make it difficult to spread the idea of a healthy way of eating to the general population.

(Nutr Hosp. 2015;32:2286-2293)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9688

Key words: Healthy eating. Rural environment. Urban areas. Eating habits.

Introducción

Una alimentación saludable es fundamental para la salud general de la persona. Para lograr unos hábitos de alimentación saludables la población debe tener a su disposición y alcance unos alimentos seguros, aceptables, asequibles y nutricionalmente adecuados¹. En todos estos aspectos influye el entorno en el que vive la

Correspondencia: I. Jáuregui Lobera.
Fernando IV, 24-26. Sevilla 41011, España.
E-mail: igjl@upo.es / ij@tcasevilla.com

Recibido: 26-VII-2015.
1.ª Revisión: 28-VII-2015.
Aceptado: 28-VIII-2015.

persona, en este caso concreto podría hablarse del “entorno alimentario”. Este entorno comportaría la existencia de tiendas y/o restaurantes donde poder comprar y consumir alimentos así como lugares en que alguien pudiera obtener directamente alimentos, por ejemplo a través de actividades como la caza y la pesca¹.

La mayoría de estudios realizados sobre la elección de alimentos han estado centrados en individuos y sus elecciones sobre la base de que el conocimiento acerca de qué es comer de forma adecuada llevaría a una elección correcta de los alimentos y a la prevención consiguiente de alteraciones de la salud². Este planteamiento, un tanto individualista, deja de lado la fuerza, el poder, del entorno sobre el individuo a la hora de llevar a cabo su elección. Un ejemplo es el caso de la obesidad. Todos los esfuerzos por informar acerca de las elecciones de alimentos e ingestas adecuadas (junto con otros aspectos educativos como el fomento del ejercicio) no han logrado detener el progresivo incremento de la sobrecarga ponderal en la población ni frenar sus alteraciones alimentarias^{3,4}. Con una aproximación no sólo individual sino también ecológica al problema se puede abordar mejor la influencia del entorno sobre el individuo y sus elecciones y comportamientos en general⁵.

En el estudio del entorno en cuanto a los hábitos alimentarios, en un artículo de Beck M. (2001) se mencionaba que para los habitantes de las ciudades la vida del campo reunía tres condiciones fundamentales para la salud: aire menos contaminado, alimentos frescos y más actividad física⁶. Sin embargo, a diferencia de unas décadas atrás los residentes en núcleos urbanos viven más y, en muchos aspectos, llevan una vida más saludable. Mientras las ciudades han ido mejorando su habitabilidad, el entorno rural se ha ido abandonando y deteriorando progresivamente. El artículo añadía que los entornos cercanos a las ciudades estaban reuniendo lo mejor de lo rural y de lo urbano, siendo así el mejor entorno posible para la salud⁶. En nuestro medio, durante los años 60 del pasado siglo se inició un gran éxodo rural que fue produciendo un cambio en la alimentación con adquisición de nuevos hábitos en pro de lo más industrializado y en detrimento de productos que iban quedando asociados a un estatus social bajo, al medio rural más atrasado⁷.

Relacionando el concepto de sano y la alimentación (comida sana, alimentación saludable) junto con la influencia ambiental cabe preguntarse si es más o menos sana la alimentación en el ámbito rural o en el urbano. Se ha descrito que la alimentación sana se conceptualiza a partir de dos esquemas: el tradicional y el discurso médico-nutricional⁸. En el primer caso (esquema tradicional) la alimentación sana suele considerarse, ante todo, una alimentación natural, tradicional, elaborada en casa con inversión de tiempo y trabajo a partir de alimentos frescos procedentes de la agricultura y ganadería tradicionales. Así las cosas, cuanto más se alejen los alimentos de esta idea, menos sanos se los considera (puede ser ejemplo de ello la llamada comida rápida o *fast food*). En el segundo caso (visión médico-nutricio-

nal), comer sano se define de una manera muy restrictiva, lo que supone una vigilancia estricta de la dieta, exclusión (o casi exclusión) de elementos como la sal, renunciar (o reducir al mínimo) a los alimentos grasos o muy calóricos y, en fin, controlar todas las ingestas⁸. Una dieta sana, desde esta perspectiva, sería casi incompatible con la vida diaria y sólo se llevaría a cabo en caso de patologías. De hecho, recientemente, se ha definido la alimentación saludable como aquella que permite alcanzar y mantener un funcionamiento óptimo del organismo, conservar o restablecer la salud, disminuir el riesgo de padecer enfermedades, asegurar la reproducción, la gestación y la lactancia, y que promueve un crecimiento y desarrollo óptimos, debiendo ser satisfactoria, suficiente, completa, equilibrada, armónica, segura, adaptada, sostenible y asequible⁹. En todo caso el conocimiento nutricional va desplazando paulatinamente a las categorías tradicionales de alimentación⁸. La mayoría de la gente coincide en señalar que comer sano es comer natural. La pregunta surge entonces: ¿qué es comer de forma natural? Parece algo imposible pues, hoy en día, cualquier alimento que llegue a la mesa ha sido, más o menos, transformado. De este modo no habría una alimentación natural *sensu stricto*. Se asumiría, en todo caso, que el alimento es más natural en tanto en cuanto haya sido menos transformado y surgiría otra dicotomía, esto es, alimentos industriales frente a alimentos frescos. Y los frescos, según el grado de manipulación, serían tradicionales (naturales, sanos y sabrosos) e industriales (de crecimiento rápido, poco o nada sabrosos y no sanos; en este caso una crítica hacia estos productos se resume en un “no se sabe lo que llevan”). En lo natural parece encajar más un discurso ético-ecológico (tradicional) que médico-nutricional. Y dentro de lo ético-ecológico estaría el debate pueblo/ciudad y, hasta cierto punto, tradición/innovación.

A la vista del debate planteado, el objetivo del presente estudio, de aproximación inicial al tema en nuestro medio, ha sido analizar de qué modo se percibe el grado en que la alimentación puede considerarse mejor o peor y más o menos sana en el ámbito rural y urbano.

Método

Participantes

Fueron encuestados un total de 281 estudiantes, concretamente 120 mujeres (42,70% de la población) y 161 hombres (57,30%), de ESO (34,2%), Bachillerato (18,10%) y Ciclos Formativos de grados medio y superior (47,70%), de un IES de la provincia de Sevilla. Las familias de los encuestados eran 159 de origen rural (56,58%) y 122 de origen urbano (43,42%). La edad media de los participantes fue de $18,37 \pm 6,28$ años.

La participación fue completamente voluntaria, previo consentimiento informado de todos los participantes de 18 años o más y de los padres de los alumnos menores de 18 años.

Instrumentos

Para la realización del presente trabajo se elaboró un cuestionario *ad hoc* a fin de recoger las características atribuidas por los participantes a la alimentación en el ámbito rural y urbano. Dicho cuestionario parte de la pregunta sobre dónde considera el encuestado que se come “mejor” (medio rural, medio urbano o igual), dónde considera que se come “más sano” (medio rural o urbano) y unas preguntas abiertas a fin de conocer qué considera “mejor” y “más sano”. Para lograr una completa descripción de estas cuestiones se le ofrecen una serie de posibles atributos o propiedades relacionadas con los alimentos, con el ambiente, con los hábitos y otros. Finalmente se preguntaba qué aspectos habían influido en sus respuestas (se come mejor en el ámbito rural o urbano) y el grado de influencia de cada uno de dichos aspectos (ver Anexo 1).

Procedimiento

Antes de llevar a cabo el estudio, el proyecto fue presentado al Director del Centro, el cuál tras aceptarlo, lo presentó al consejo de estudiantes, al claustro de profesores y a la AMPA (asociación de madres y padres de alumnos), obteniéndose el visto bueno por cada una de las partes.

Una vez obtenidos todos los permisos, se estableció un cronograma para la recogida de los cuestionarios en el periodo de una semana. La semana elegida fue del 3 al 7 de marzo de 2014, periodo libre de evaluaciones. Con el objetivo de no perturbar en demasía la rutina del Centro, los cuestionarios fueron cumplimentados en las horas de tutoría.

Se invitó a la participación en el estudio a todos los alumnos del Centro, en todos los niveles (desde ESO hasta formación profesional), siendo la participación, como se ha señalado, completamente voluntaria.

Para la cumplimentación de los cuestionarios, previamente se les explicaron las instrucciones de los mismos y además durante todo el tiempo hubo una persona encargada de solventar cualquier duda que se pudiera presentar.

Análisis estadístico

Los datos se presentan en números absolutos y porcentajes, habiéndose realizado el test de chi-cuadrado (χ^2) para analizar las diferencias de proporciones. Para ello se ha utilizado el programa estadístico SPSS Statistics 20 (IBM, EEUU), tomándose como nivel de significación estadística valores de $p < 0,05$.

Resultados

El 49,50% ($n = 139$) de los participantes consideró que se come mejor en el ámbito rural, frente al 8,50%

($n = 24$) y 42% ($n = 118$) que estimó que se come mejor en el medio urbano, y por igual en ambos respectivamente. En cuanto a dónde se come de forma más saludable, el 80,42% ($n = 226$) afirmó que en el medio rural y el 19,57% ($n = 55$) en el medio urbano. Entre aquellos participantes cuyo origen familiar era rural, el 85,10% consideró que en el medio rural se come de forma más saludable. Entre los participantes con un origen familiar urbano fue el 75,80% el que consideró que era en el medio rural donde se come más saludablemente ($\chi^2 = 3,74$; $p < 0,05$). Con relación a la pregunta acerca de dónde se come mejor no hubo diferencias estadísticamente significativas en función del origen familiar. Así, entre quienes tenían un origen rural, el 46,54% estimó que se come mejor en el medio rural, el 45,91% afirmó que en se come igual en el medio rural y urbano y el resto (7,55%) afirmó que en el medio urbano se come mejor que en el ámbito rural. En el caso de los participantes con origen familiar urbano, estos porcentajes fueron 53,71% (se come mejor en el medio rural), 36,36% (se come por igual en el medio rural y urbano) y 9,93% (se come mejor en el medio urbano). Además del origen (rural-urbano) también se analizó la concreta provincia de origen, lo cual no determinó diferencias significativas en las elecciones realizadas, es decir, comer mejor-comer más saludablemente/ámbito rural-urbano-ambos por igual.

No hubo diferencias de género en cuanto a la preferencia por el medio rural o urbano ni en la cuestión “dónde se come mejor” ni en la referida a “dónde se come de manera más saludable”. Tampoco una u otra elección mostró diferencias estadísticamente significativas con respecto a la edad de los participantes. En cuanto a la posible influencia del curso que realizaban (ESO, Bachillerato o Ciclos formativos), no se encontraron diferencias significativas aunque de los participantes que consideraron mejor la comida rural el 46,8% cursaba Ciclos formativos, frente al 33% de alumnos de ESO y 20,2% de Bachillerato. En cuanto a si la comida es más saludable en el medio rural o en el urbano, se observó similar tendencia (43%, 36,9% y 20,1% respectivamente).

Entre quienes refirieron que se come mejor en los pueblos, un 6,47% señaló que la comida de la ciudad es más saludable. Por otro lado, el 41,66% de quienes afirmaron que se come mejor en el medio urbano señaló que se come de forma más saludable en el medio rural. Finalmente, entre quienes afirmaron que se come igual en un medio u otro, el 25,89% señalaba que era más saludable la comida en el medio urbano frente al resto (74,11%) que consideró más saludable la comida del medio rural ($\chi^2 = 41,90$; $p < 0,01$).

Para lograr una completa descripción de “dónde se come mejor”, en primer lugar el cuestionario abordó por qué los participantes creían que se comía mejor en el medio rural, urbano o por igual en función de una serie de atributos con los que podían estar más o menos de acuerdo.

Atributos relacionados con los alimentos

Con relación a los atributos relacionados con los alimentos que los participantes podían señalar y graduar en cuanto a intensidad para definir su elección acerca de en qué medio se come mejor, la tabla I muestra las diferencias significativas encontradas.

Se observa que para quienes consideraron mejor la comida en el medio rural, atributos como el hecho de que los alimentos sean frescos, sanos, naturales, de calidad, con sabor y variados, así como su grado de procesamiento, la producción propia, que sean artesanos ecológicos y conformen una dieta equilibrada son relevantes para un elevado porcentaje de participantes. El sabor y la calidad resultan los atributos más relevantes en la elección entre quienes optaron por definir como mejor la comida del medio urbano. Finalmente, para quienes no hay diferencia entre el medio rural y el urbano, además de la similitud con quienes optaron por el medio rural, se observa que el control de los alimentos es relevante, resultando menos importante

el hecho de que sean ecológicos si se compara con los participantes que consideraron mejor la comida del medio rural.

Atributos relacionados con el ambiente

Se encontraron diferencias significativas en la consideración de atributos como el tiempo para cocinar ($\chi^2=39,1\%$; $p<0,01$) y la tranquilidad ($\chi^2=17,74\%$; $p<0,05$). Para el 76,7% de quienes consideraron mejor la comida rural, el tiempo para cocinar fue relevante en su elección. Igualmente lo fue la tranquilidad para el 77% de quienes optaron por la comida del medio rural.

Atributos relacionados con los hábitos

La idea de que en la alimentación tengan un valor las recetas tradicionales fue determinante para el 81,1% de quienes optaron por el medio rural, frente al 45,4%

Tabla I
Atributos de los alimentos. Proporción de participantes para quienes resultaron relevantes en su elección acerca de la mejor calidad de la alimentación en el medio rural o urbano

	<i>Mejor rural</i>	<i>Mejor urbano</i>	<i>Igual</i>	<i>p</i>
Frescos	94,3%	45,8%	76,4%	<0,01
Sanos	90%	45,9%	76,3%	<0,01
Naturales	92,8%	33,3%	76,3%	<0,01
Calidad	84,2%	54,1%	72%	<0,01
Sabor	77,7%	79,2%	72,1%	<0,01
Variedad	64,0%	45,8%	62,7%	NS
Control	48,2%	33,3%	61,1%	NS
Cantidad grasa	35,2%	20,8%	28,8%	NS
Composición conocida	51,8%	33,3%	44,9%	NS
Procesamiento	60,5%	20,9%	37,3%	<0,01
Manipulación	54,7%	20,8%	36,4%	<0,01
Producción propia	66,9%	37,5%	46,6%	<0,01
Conservantes	25,9%	25%	17%	NS
Industrialización	12,2%	25%	17,8%	NS
Aditivos	17,3%	16,7%	12,7%	<0,01
Pesticidas	13,7%	8,3%	11%	NS
Congelados	25,2%	20,8%	23,8%	NS
Artesanos	87,1%	54,2%	60,2%	<0,01
Ecológicos	74,8%	20,8%	48,3%	<0,01
Comida rápida	21,6%	41,7%	23,7%	NS
Dieta equilibrada	72,7%	25%	63,6%	<0,01

Nota. Los porcentajes indican la proporción de participantes que estuvieron “de acuerdo” y/o “muy de acuerdo” en que los atributos señalados resultaron relevantes en su elección acerca de si la comida es mejor en el medio rural o urbano o igual en ambos. NS=no significativo.

de quienes preferían la comida urbana y el 77,6% que consideró de igual calidad una u otra ($\chi^2=24,46$; $p<0,01$). También la relación entre comida y hábitos saludables dio lugar a diferencias significativas. Para el 85,3% de quienes afirmaron que la comida rural era mejor este atributo fue fundamental, lo que sucedió sólo en el 38% de quienes habían preferido la comida urbana y el 72,9% que consideraba iguales ambos tipos de alimentación ($\chi^2=46,55$; $p<0,01$). Igualmente, la persona que cocina resultó relevante en la elección, algo mucho más importante para quienes consideraron mejor la comida rural o estimaron que no había diferencias con la urbana ($\chi^2=30,82$; $p<0,01$). La vinculación con la dieta mediterránea también tuvo más peso en la elección de quienes prefirieron la comida rural o no consideraron diferente la rural y la urbana ($\chi^2=20,78$; $p<0,01$). El placer vinculado a la alimentación y la idea de cultura gastronómica no arrojaron diferencias significativas.

Otros atributos

En cuanto a los otros atributos del cuestionario (ver Anexo 1), tan sólo en el caso de la cantidad de comida hubo diferencias significativas. Este atributo fue determinante para el 62% de quienes señalaron la dieta rural como mejor, frente al 50,9% para quienes no había diferencia y el 38,1% de quienes prefirieron la opción urbana ($\chi^2=18,59$; $p<0,05$).

Además de analizar los atributos que los participantes consideraban relevantes para definir su elección, el cuestionario abordaba en segundo lugar el poder que una serie de características había podido tener a la hora de tomar la decisión acerca de las opciones posibles (rural/urbano/por igual). Criterios sobre los alimentos como tener mejor sabor, ser más variados, estar mejor controlados, tener más o menos grasa, el tiempo dedicado para cocinarlos, la libertad de poder comer cuando se quiera, el lugar geográfico, comer en compañía, conocer a la persona que cocina, los aspectos económicos, la capacitación de los profesionales y la edad de quien prepara la comida no dieron lugar a diferencias significativas en cuanto a influir en la decisión de optar por la comida rural o urbana o considerar ambas como iguales (Tabla II). El resto de los criterios recogidos en la tabla II sí dieron lugar a diferencias significativas.

Entre los criterios más influyentes entre quienes optaron por calificar como mejor a la comida en el medio rural, cabe destacar el hecho de ser más o menos naturales y constituir una dieta equilibrada (>50%). Entre quienes escogieron la opción urbana, el hecho de comer en compañía (vida social), el tener mejor sabor y el placer de la comidas fueron los criterios más considerados (33-38%). El constituir una dieta equilibrada (36,4%) fue el criterio de más peso entre aquellos que consideraron la comida rural y urbana por igual. Entre quienes optaron por señalar como mejor la comida del medio rural, la edad de quien prepara la

comida (15,6%), el hecho de poder comer cuando se quiera (18,2%) y la cantidad de grasa de los alimentos (19,1%) fueron los criterios menos influyentes para la toma de la decisión. Para quienes prefirieron la comida urbana, los criterios menos relevantes fueron el hecho de que los alimentos fueran más o menos procesados (4,5%), el tener una composición conocida (5%), el tener más o menos grasa (9,1%), contener más o menos pesticidas (9,1%) y ser ecológicos o no (9,1%). Por último, entre quienes consideraron igual la comida urbana y rural, el hecho de poder comer cuando se quiera (11,2%) y el hecho de que los alimentos estén más o menos manipulados (12%) resultaron lo menos relevante en la elección.

Discusión

La conducta alimentaria humana está sujeta a factores individuales, sociales y medioambientales¹⁰. En la interrelación de dichos factores se produce un mayor peso de alguno cuando la presencia y/o fuerza de los otros es menor. Por ejemplo, una persona con cierta discapacidad, que vive en un entorno rural distante de áreas urbanas y con dificultad para conseguir transporte habitual, puede verse obligado a seguir una alimentación basada en la producción local y poco más, al menos de forma habitual. En cualquier caso, además de consumir habitualmente la comida asequible en el entorno correspondiente, los individuos tienen una percepción acerca de ella. Y dicha percepción no siempre correlaciona con datos objetivos, por ejemplo la percepción de la calidad de los alimentos no está altamente correlacionada con la calidad objetiva de los mismos¹¹. En el presente estudio casi el 50% de los participantes considera que se come mejor en el medio rural, mientras el 80% considera que en dicho medio se come de forma más saludable, sin que en este caso fuera posible la respuesta “por igual en el medio rural y urbano”. Es patente que ante una elección “forzada” acerca de lo saludable de la alimentación, la mayoría de los participantes opta por la opción rural. En esta idea de comida más saludable no influye el origen (rural o urbano) de los encuestados de forma relevante. La edad y género tampoco resultan relevantes en las elecciones. A la vista de los resultados, no parece que “comer mejor” y “comer de forma más saludable” sean equiparables. De hecho, hay quienes consideran que se come mejor en el medio rural estiman más saludable la comida del ámbito urbano y a la inversa. La idea médico-nutricional por la que siempre “comer de manera más sana en todo caso sería mejor” no parece trasladarse a la población, al menos de un modo general. Un dato que podría ser objeto de confusión es el que se refiere a la dicotomía “comida sana”/“vida sana”. Si en algunos aspectos la vida rural podría entenderse como más sana (alimentos frescos, aire más limpio, más actividad física, etc.) ello no es equiparable, objetivamente, a una comida más sana. Así, por ejemplo, en un

Tabla II
Criterios para la elección. Proporción de participantes para quienes resultaron influyentes en su elección acerca de la mejor calidad de la alimentación en el medio rural o urbano

	<i>Mejor rural</i>	<i>Mejor urbano</i>	<i>Igual</i>	<i>p</i>
Sean más o menos frescos	47,1%	22,7%	24,5%	<0,01
Sean más o menos sanos	48,5%	22,7%	26,9%	<0,01
Sean más o menos naturales	56,6%	27,3%	28,7%	<0,01
Tengan mejor sabor	43,7%	36,4%	27,1%	NS
Sean más variados	23%	22,7%	24,3%	NS
Están mejor controlados	22,8%	13,6%	29,6%	NS
Tengan más o menos grasa	19,1%	9,1%	20,6%	NS
Tengan una composición conocida	30,1%	5%	17,6%	<0,01
Estén más o menos procesados	30,6%	4,5%	14,8%	<0,01
Estén más o menos manipulados	28,9%	14,3%	12%	<0,01
Sean de producción propia o no	38,8%	13,6%	15,9%	<0,01
Tengan más o menos conservantes	34,6%	13,6%	15,7%	<0,01
Sean más o menos industriales	37,5%	9,5%	17,6%	<0,01
Contengan más o menos aditivos	41,5%	9,5%	17,8%	<0,01
Contengan más o menos pesticidas	39%	9,1%	23,1%	<0,05
Estén congelados o no	30,6%	18,2%	15,7%	<0,05
Sean artesanos o no	47,8%	18,2%	25%	<0,01
Sean ecológicos o no	49,3%	9,1%	23,4%	<0,01
Sean “comida rápida” o no	43%	31,8%	22,4%	<0,05
Constituyan una dieta equilibrada	53,3%	27,3%	36,4%	<0,01
El tiempo dedicado a cocinar	30,7%	9,5%	23,1%	NS
El tiempo dedicado a comer	29,9%	19%	23,6%	<0,05
El poder comer cuando se quiera	18,2%	15%	11,2%	NS
El ambiente más o menos tranquilo	39,4%	25%	20,6%	<0,01
El disponer de la materia prima	34,6%	19%	18,7%	<0,01
El lugar geográfico	30,7%	14,3%	15,9%	NS
El uso de recetas tradicionales	43,4%	9,5%	21,7%	<0,01
Los hábitos saludables	46%	14,3%	29,2%	<0,01
Comer en compañía (vida social)	34,1%	38,1%	29,2%	NS
Conocer a la persona que cocina	30,1%	15%	18,7%	NS
La cultura gastronómica	34,6%	9,5%	25,2%	<0,01
El hacer la dieta mediterránea	40,4%	9,5%	26,2%	<0,05
El placer de la comida	37,5%	33,3%	28,3%	<0,01
La cantidad de comida	25,9%	28,6%	15%	<0,05
Los aspectos económicos	30,1%	23,8%	26,1%	NS
La capacitación de los profesionales	22,7%	28,6%	21%	NS
La edad del que prepara la comida	15,6%	23,8%	14,6%	NS

Nota. Los porcentajes indican la proporción de participantes en los que ha influido “mucho” cada uno de los criterios señalados en la decisión tomada. NS =no significativo.

reciente estudio se comprobaba que niños de 2 a 5 años del medio rural consumen bebidas azucaradas con una mayor probabilidad que los niños de la misma edad de áreas urbanas. O que entre 6 y 11 años consumen más grasa en su dieta que los niños de ciudad de la misma edad¹². Finalmente las tasas de sobrepeso/obesidad son muy elevadas en el medio rural, especialmente en localidades de menos de 5.000 habitantes¹³. La idea de una “vida sana” en el medio rural podría llevar a la generalización y, con ello, trasladar dicha idea a la comida como parecen reflejar los resultados del presente estudio. Sin embargo, los datos objetivos no reflejan esa comida teóricamente más saludable en el ámbito rural. Así, por ejemplo, el mayor consumo de aceites y grasas, y carnes y productos cárnicos se da en localidades españolas de menos de 2.000 habitantes, mientras que las verduras, hortalizas y frutas, se consumen más en ciudades de más de medio millón de residentes¹⁴. En la asociación “mejor” y “más sano” con el medio rural parecen influir más los estereotipos (o cuestiones ideológicas) sobre las bondades del campo, naturaleza, etc., que los datos obtenidos en estudios llevados a cabo en los últimos años.

Otras cuestión a considerar es que objetivamente la vida rural y urbana de nuestro entorno se ha ido igualando progresivamente en las últimas décadas, algo que todavía no es tan claro en otros países. Hoy podría decirse que en entornos como España puede comerse de forma similar en el medio rural y urbano dada la asequibilidad de todos los productos y la similar educación (o falta de la misma) nutricional y sanitaria, mucho más si se consideran poblaciones como la del presente estudio (estudiantes). Si en algunos países la llamada comida basura es casi una cosa de ciudad, la globalización acontecida en el medio occidental hace que dicho tipo de alimentación llegue a casi cualquier rincón de la geografía sin grandes diferencias entre medio rural y urbano. Sin embargo, a la vista de los resultados, la idea de una comida más saludable en el medio rural se sigue manteniendo, algo que objetivamente sí ocurre en países muy distintos del nuestro pero no de forma tan evidente en el nuestro¹⁵.

Considerando los atributos de los alimentos, el presente trabajo enfoca la cuestión desde una perspectiva subjetiva (la del consumidor). No obstante, la calidad objetiva de un producto (definida por sus propiedades sensoriales, organolépticas, nutritivas, sanitarias, tecnológicas y económicas) no tiene por que coincidir con la visión del ciudadano que consume el producto en quien intervienen, además, elementos psicosociales, no siendo los estereotipos acerca de unos u otros alimentos algo ajeno a su consideración sobre la calidad. En el ámbito europeo los factores que se han revelado como más importantes en la elección de alimentos son la calidad y frescura, el precio, el sabor, la idea de comida saludable y las preferencias familiares¹⁶. Sin embargo, entre los aspectos psicológicos analizados en nuestro contexto, resulta que el atractivo sensorial, el precio y el control de peso resultan

más relevantes que, por ejemplo, el contenido natural de los alimentos, la comodidad de acceso a ellos o la familiaridad con dichos alimentos¹⁷. Estos datos no son coincidentes con el presente trabajo, ya que, por ejemplo, el hecho de que los alimentos sean económicos no reveló diferencias significativas en la elección. En todo caso la diferencia de edad de los participantes de uno y otro estudio no permite extraer conclusiones al respecto (42 años vs. 18 años) salvo que la tendencia podría ser que a mayor edad más peso tiene el precio como “atributo” a la hora de elegir alimentos. Del mismo modo, en el estudio de población adulta¹⁷ tampoco el hecho de que los alimentos fueran naturales fue excesivamente relevante en la elección, algo que sí se observa en el presente trabajo, especialmente entre quienes consideraron mejor y más sana la comida en el medio rural. Podría pensarse que en la población más joven importa menos el aspecto económico y más otros factores como el mencionado atributo de ser natural. Y resulta curioso que para los más mayores “lo natural” no fuera un atributo relevante cuando sí lo es para los más jóvenes, sobre todo por cuanto lo natural se solapa en buena medida con lo tradicional (“lo de antes”) frente a lo novedoso (algo así como “inventos”). Incluso se equipara lo natural con la verdadera comida (en contraposición, por ejemplo, a la fast food)⁸. Si el mayor consumo de esta nueva comida se da entre los jóvenes parece claro que el atributo natural tenga más peso en el medio rural si consideran que a este medio no han llegado “tanto” esas nuevas comidas. Fresco, sano, de mayor sabor, natural, etc. resultan atributos asimilados con lo tradicional y que hacen fortuna por el discurso médico-nutricional que valora alimentos como el aceite de oliva, frutas, verduras, evitar los precocinados, etc., algo ligado a “lo de toda la vida” y, a su vez, ello unido a lo rural como mejor conservador de las tradiciones. Sin embargo hay algunas paradojas. El discurso médico-nutricional también hace hincapié en el control sanitario, en la necesidad de aditivos o conservantes que mejoren la seguridad alimentaria. Y este discurso, más higienista, parece chocar con la idea de sabor, frescura, naturalidad, etc. De hecho los atributos relacionados con estos aspectos de la seguridad, higiene, etc., tienen menos peso en la decisión acerca de la mejor calidad de los alimentos en el medio rural y la afirmación de que resultan más saludables. Un producto sería más natural cuanto mayor relación de confianza, cuanto mayor cercanía social, entre quien lo suministra y quien lo consume y ello se ve ligado al mundo rural más que al medio urbano.

La percepción de lo sano no parece uniforme, ni comer mejor puede ser equiparado a comer más sano desde el punto de vista de la población general. De hecho, lo que podría ser comer mejor no siempre se acerca al criterio médico-nutricional de saludable e incluso se aleja de ello. Tal vez por ello no es fácil lograr llevar la idea de alimentación saludable a la generalidad de la población.

Referencias

1. Measuring the Food Environment in Canada. Publications Health Canada 2013. Citado 21 junio 2015. Disponible en: www.hc-sc.gc.ca/fn-an/nutrition/pol/index-eng.php
2. Nestle M, Wing R, Birch L, DiSogra L, Drewnowski A, Middleton S, et al. Behavioral and social influences on food choice. *Nutrition Reviews* 1998; 56(S50-S74).
3. Littleton HL, Ollendick T. Negative body image and disordered eating behaviour in children and adolescents: What places youth at risk and how can these problems be prevented? *Clin Child Fam Psychol Rev* 2003; 6: 51-66.
4. Stice E, Shaw H, Marti CN. A meta-analytic review of eating disorder prevention programs: Encouraging findings. *Annu Rev Clin Psychol* 2007; 3: 233-257.
5. Jáuregui-Lobera I, León Lozano P, Bolaños Ríos P, Romero Candau J, Sánchez Del Villar y Lebreros G, Morales Millán MT, et al. Traditional and new strategies in the primary prevention of eating disorders: a comparative study in Spanish adolescents. *Int J Gen Med* 2010; 3: 263-72.
6. Beck M. City vs. Country: Who is healthier? *The Wall Street Journal*, July 12, 2011.
7. Díaz C, Gómez C. (Coord.). Alimentación, consumo y salud. Barcelona: Fundación "La Caixa"; 2008.
8. Martín Criado E. La dieta desesperada. Algunas condiciones sociales que obstaculizan el control del peso entre madres de clases populares. *Trastor Conducta Aliment* 2007; 6: 578-599.
9. Basulto J, Manera M, Baladía E, Miserach, Pérez R, Ferrando C, et al. Definición y características de una alimentación saludable. 2013. Citado 21 junio 2015. Disponible en: http://fedn.es/docs/grep/docs/alimentacion_saludable.pdf
10. Lytle LA. Measuring the food environment: state of the science. *Am J Prevent Med* 2009; 36(4S): S134-S144.
11. Winkler E, Turrell G, Patterson C. Does living in a disadvantaged area entail limited opportunities to purchase fresh fruit and vegetables in terms of price, availability, and variety? Findings from the Brisbane Food Study. *Health & Place* 2006; 12(4): 741-748.
12. Liu JH, Jones SJ, Sun H, Probst JC, Merchant AT, Cavicchia P. Diet, physical activity, and sedentary behaviors as risk factors for childhood obesity: an urban and rural comparison. *Child Obes* 2012; 8: 440-8.
13. Coronado V, Otero D, Canalejo D, Cidoncha J. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en escolares de zonas rurales. *Gac Sanit* 2012; 26: 460-62.
14. Libro blanco de la nutrición en España. Fundación Española de la Nutrición (FEN), 2013.
15. Dapi NL, Janlert U, Nouedoui C, Håglin L. Adolescents Food Habits and Nutritional Status in Urban and Rural Areas in Cameroon, Africa. *Scand J Nutr* 2005; 49: 151-58.
16. Los factores determinantes de la elección de alimentos. European Food Information Council (EUFIC) 04/2005. Citado 21 junio 2015. Disponible en: <http://www.eufic.org/article/es/ex-pid/review-food-choice/>
17. Jáuregui-Lobera I, Bolaños Ríos P. What motivates the consumer's food choice? *Nutr Hosp* 2011; 26: 1313-21.



Original/Otros

Effect of antioxidant potential on severity of cirrhosis in humans

Elisângela Colpo^{1,2}, Julia Gomes Farias³, Iria Luiza Gomes Farias⁴, Luiz Gustavo Brenner Reetz⁴, Liliane Oliveira⁴, Diego Michelon de Carli⁵, Edson Irineu Müller¹, Érico Marlon de Moraes Flores¹, Saulo Roth Dalcin⁵ and João Batista Teixeira da Rocha¹

¹Departamento de Química, Centro de Ciências Naturais e Exatas – Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, RS. ²Departamento de Nutrição, Centro Universitário Franciscano, Santa Maria, RS. ³Departamento de Biología, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, RS. ⁴Laboratório de Análises Clínicas, Hospital Universitário, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, RS. ⁵Ambulatório de Gastroenterologia, Hospital Universitário, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM (Santa Maria, RS), Brazil.

Abstract

Background/Aims: to examine the relationship between the antioxidant potential and severity parameters of cirrhosis in humans.

Methods: fifteen patients with hepatic cirrhosis (nine subjects – Child group B, and six subjects – Child group C) and nine control subjects were enrolled in the study. The main criteria taken into account to characterize the diagnosis of cirrhosis and its complications were the AST: ALT ratio, AST to platelet ratio index, Bonacini score, Meld score and Child classification. Those parameters were determined based on laboratory results and patient's clinical records. Se, Zn, ascorbic acid (AA) levels and oxidative stress parameters were measured in blood samples of cirrhotic patients.

Results: the analysis of plasma levels of Se and AA showed low concentrations in cirrhotic patients compared with control subjects ($P < 0.05$). Though, there was a positive correlation between plasma of Se and severity parameters of cirrhosis in patients of Child group B and C. In the activity of the antioxidant enzymes only catalase was lower in patients of Child group C compared with control group.

Conclusion: we found low plasma levels of Se and AA among cirrhotic patients. However, is not clear why selenium levels tend to increase with the severity of liver cirrhosis.

(Nutr Hosp. 2015;32:2294-2300)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9641

Key words: Selenium. Ascorbic acid. Flow cytometry. Hepatic cirrhosis.

EFFECTO DEL POTENCIAL ANTIOXIDANTE PARA LAS COMPLICACIONES DE LA CIRROSIS EN LOS SERES HUMANOS

Resumen

Introducción/Objetivos: examinar la relación entre los potenciales antioxidantes y los parámetros de gravedad de la cirrosis en los seres humanos.

Métodos: quince pacientes con cirrosis hepática (nueve sujetos - grupo Child B, y seis sujetos - grupo Child C) y nueve sujetos control fueron incluidos en el estudio. Los principales criterios que se tuvieron en cuenta para caracterizar el diagnóstico de la cirrosis y sus complicaciones fueron la AST: relación de ALT, AST índice de la relación de plaquetas, clasificación Bonacini, clasificación MELD y clasificación de Child. Estos parámetros fueron determinados con base en los resultados de laboratorio y los registros clínicos del paciente. Se midieron los niveles de Zn, ácido ascórbico (AA) y los parámetros de estrés oxidativo en muestras de sangre de pacientes cirróticos.

Resultados: el análisis de los niveles plasmáticos de Se y AA mostraron bajas concentraciones en los pacientes cirróticos en comparación con los sujetos control ($P < 0,05$); sin embargo, hubo una correlación positiva entre el plasma de Se y los parámetros de gravedad de la cirrosis en pacientes del grupo Child B y C. En la actividad de las enzimas antioxidantes catalasa solamente fue menor en los pacientes del grupo Child C, en comparación con el grupo control.

Conclusión: se encontraron niveles bajos en plasma de Se y AA en pacientes cirróticos. Sin embargo, no está claro por qué los niveles de selenio tienden a aumentar con la gravedad de la cirrosis hepática.

(Nutr Hosp. 2015;32:2294-2300)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9641

Palabras clave: Selenio. Ácido ascórbico. Citometría de flujo. Cirrosis hepática.

Correspondence: João Batista Teixeira da Rocha.
Universidade Federal de Santa Maria.
Centro de Ciências Naturais e Exatas.
Departamento de Química.
97105-900 Santa Maria RS, Brasil.
E-mail: jbtrocha@yahoo.com.br

Recibido: 14-VII-2015.
Aceptado: 14-VIII-2015.

Introduction

The metabolism of endogenous and exogenous substances, as well as the viral load, lead to the generation of reactive oxygen species (ROS) which cause the oxidative stress involved in the pathogenesis of some hepatic diseases¹⁻³. Some enzymes, such as catalase (CAT), superoxide dismutase (SOD), glutathione peroxidase (GPx), are essential components of the antioxidant system and the inorganic elements such as zinc (Zn), copper (Cu) and selenium (Se) are required for their synthesis. These inorganic elements, in addition to ascorbic acid (AA) and glutathione, are essential to reduce the effects of the oxidative stress and they are defective in chronic hepatic disease^{2,4-8}. For these reasons, the consumption of vitamins and minerals prevents oxidative stress in patients with alcoholic liver disease⁹. However, studies on the supplementation of those compounds among patients with chronic diseases have not shown any significant effect on all-cause mortality (RR 0.84, 95% CI 0.60–1.19, $I^2 = 0\%$)^{3,10}. To better understand this process, it is necessary to evaluate how the interaction occurs between different micronutrients and hepatic cirrhosis. In the current study, we evaluate the relationship of the antioxidant potential with severity parameters of cirrhosis in humans.

Methodos

Patients

This study was approved by the Research Ethics Committee (protocol number 0033.0.243.000-10) of the Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) and a written informed consent was obtained from all participants. The enrolled cirrhotic patients were from the Hospital Universitario de Santa Maria/UFSM.

Patients with a confirmed diagnostic of hepatic cirrhosis, with positive serology for HCV and history of alcoholism were evaluated. Exclusion criteria included acute hepatitis, HIV/AIDS, diabetes mellitus, neoplastic diseases and innate errors of metabolism, since these are conditions known to be associated with oxidative stress. The healthy subjects were recruited from members of the staff of the Hospital Universitario de Santa Maria/UFSM, reportedly being healthy, not showing any signs of liver disorders, observed by clinical examination and not reported frequent alcohol consumption.

Cirrhosis diagnostic criteria

The diagnosis of cirrhosis was based on disease etiology, clinical data, biochemical tests, imaging and Child-Pugh classification. Besides that, data on age, gender, prior or current history of heavy alcohol

consumption (≥ 40 -80g per day) were also collected. Hepatitis B and C viruses' co-infection was ruled out by routine serology. In addition to the Child-Pugh classification¹¹, other criteria such as the ALT/AST ratio¹², aspartate aminotransferase to platelet ratio index (APRI)¹³, Bonacini score¹⁴, Lok index¹⁵ and Model for End-Stage Liver Disease (Meld score)¹⁶ were evaluated to confirm hepatic cirrhosis and its complications.

Blood samples collection and analysis

Fasting venous blood samples were obtained as aliquots of the blood collected for routine tests. Peripheral blood mononuclear cells (PBMC) were used to determine intracellular ROS formation through DCF-DA fluorescence detection by flow cytometry immediately after blood collection. Red blood cells (RBC) were used to determine CAT, SOD and GPx activities. The samples used for measuring enzyme activities and micronutrient levels were stored at -80°C for 4 weeks. The levels of ascorbic acid, Se, Zn and Cu were determined in plasma.

Determination of ROS by Flow Cytometry

Intracellular H_2O_2 was determined using DCF-DA (Sigma Chemical Co.) as described by Walrand *et al.*¹⁷ with modifications. Leukocyte DCFDA fluorescence was measured by flow cytometry using the FACScalibur Analyzer (BD Biosciences). Leukocytes (granulocytes, monocytes and lymphocytes) were isolated by mixing total blood with Lysing Solution (BD FACS™) as indicated by the manufacturer. The cells ($10^6/\text{ml}$) were washed twice with ice-cold PBS (pH 7.4), centrifuged at 1,800 rpm for 5 min and resuspended in ice-cold PBS. Cells were then incubated with DCFDA ($2\ \mu\text{M}$) for 30 min at 37°C . Excess extracellular DCF-DA was then removed by washing the cells once with PBS. At least 50,000 events were counted for each blood sample.

Determination of Se, Zn, Cu, Fe, Mg and AA

Homogenized samples (about 250 mg) were transferred to PTFE-TFM vessels of a pressurized microwave digestion system (Model Multiwave 3000, Anton Paar, Austria), concentrated nitric acid (6 ml) was added, vessels were closed and heated to 210°C and maximum pressure of 30 bar. Cu, Se and Zn were determined using inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS, Model ELAN DRC II, Perkin Elmer). Mass to charge ratios (m/z) of 63, 82 and 68 were used for Cu, Se and Zn, respectively. Fe and Mg were determined using inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES, Model Opti-

ma 4300DV, Perkin Elmer). Wavelengths of 317.933, 259.939 and 285.213 nm were used for Fe and Mg determination, respectively. Ascorbic acid determination was performed as described by Jacques-Silva *et al.*¹⁸

Other parameters

CAT, SOD and GPx activities were measured as described elsewhere (Aebi¹⁹, Boveris and Cadenas²⁰ and Pagalia and Valentine²¹, respectively). Aspartate and alanine aminotransferases (AST and ALT, respectively), bilirubin, Gamma GT, albumin were obtained on Cobas Micros system (Hematology Analyzer, Roche Diagnostics®). Hemogram was performed on PENTRA equipament. International normalized ratio (INR) was performed to evaluate blood coagulation.

Statistical analysis

The statistical analysis was carried out using the Statistic 6.0 software package. The analysis was performed using the nonparametric Mann-Whitney test and Sperman Correlation. Data are expressed as mean $\pm$ standard deviation (S.D.). Results were considered significant when $p < 0.05$.

Principal component analysis (PCA)

The PCA, a type of multivariate analysis was used to evaluate the relationship among variables and Child-Pugh index score. Initially, data were transformed by ranking on a scale ranging from 1 to 10. The average value of the evaluated parameters corresponded to 5 on the scale with 1 being the lowest assessed value and 10 being the highest assessed value. The average data were analyzed using CANOCO® statis-

tical software (version 4.5, Fa. Biometris). The data matrix was submitted to PCA analysis to compound variables.

Results and discussion

Study subjects laboratory results are shown in table I. Fifteen cirrhotic patients fulfilling the criteria for the diagnosis of cirrhosis were enrolled in the study, nine patients with Child B (average age 52 ± 13 years old) and six patients with Child C (average age 56 ± 12 years old). Nine control subjects with an average age 57 ± 5 years old participated in the study. Among them, 13 (87%) exhibited ascites, 8 (53%) exhibited spider nevi and hepatomegaly and 6 (40%) presented jaundice.

Udell *et al.*²² proposed a set of criteria to confirm or to exclude cirrhosis in adults with known or suspected liver disease; for instance, presence of ascites, platelet count, spider nevi, and combination of simple laboratory tests with the Bonacini score and Lok index. They concluded that Lok index < 0.2 , a platelet count $> 160 \times 10^3/\mu\text{L}$ and the absence of hepatomegaly were associated with lowered likelihood of cirrhosis.

Wai *et al.*²³ developed an index based on the ratio between serum AST level and platelet count (APRI), to stratify patients with chronic hepatitis C. They showed that this simple index based on widely available laboratory results can identify patients with significant fibrosis and cirrhosis with high accuracy.

In our study, about 40% of the patients reached the APRI criteria of cirrhosis. Whereas 60% of cirrhotic patients reached AST: ALT ratio ≥ 2 ; 87% reached Bonacini > 7 ; and 87% reached Lok Index > 0.5 (see supplementary material). Sperman correlation analysis indicated significant positive correlations between these parameters: AST/ALT ratio x APRI ($R = 0.69$; $p = 0.001$) and Bonacini ($R = 0.51$; $p = 0.03$), APRI x

Table I
Routine laboratory test results of cirrhotics and healthy subjects

Routine laboratory	Control	Cirrhotics Child B	Cirrhotics Child C
ALT (UL)	36.4 ± 3.0	40.1 ± 2.1	$54 \pm 82^{**}$
AST (UL)	19 ± 4.8	63.1 ± 15.8	$92.3 \pm 29.1^*$
Total Bilrubin (mg/dl)	0.4 ± 0.04	1.2 ± 0.2	$5.3 \pm 1.6^{**}$
Gamma GT (UL)	44.3 ± 12.3	276.4 ± 140.5	180.2 ± 61.6
Alkaline Phosphatase (UL)	56.6 ± 7.0	$172.5 \pm 20.1^*$	$180.3 \pm 34.3^*$
Platelet ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	244.5 ± 12.7	$80.9 \pm 11.7^*$	$81.0 \pm 15.9^*$
Hemoglobin (gdL)	13.9 ± 0.30	$11.6 \pm 0.8^*$	12.1 ± 0.6
Urea (mg/dL)	32.8 ± 1.5	32.9 ± 3.3	41.7 ± 9.2
Creatinine (mg/dL)	0.8 ± 0.1	0.9 ± 0.1	0.9 ± 0.1

Data are expressed as means $\pm$ S.E.; * $p < 0.05$ in relation a control group; ** $p < 0.05$ in relation a Child group B. One-way ANOVA-Duncan.

Table II
Blood levels of inorganic elements, ascorbid acid and enzymatic activity in cirrhotics and healthy subjects

Markers	Control	Cirrhotics Child B	Cirrhotics Child C
Cu (mg/L)	1.9 ± 0.1	1.8 ± 0.1	1.7 ± 0.1
Fe (mg/L)	2.1 ± 0.2	2.1 ± 0.3	2.0 ± 0.3
Mg (mg/L)	181 ± 7	170 ± 18	168 ± 11
Se (µg/L)	90.5 ± 14	42.9 ± 43*	52.8 ± 5.5*
Zn (mg/L)	0.9 ± 0.08	0.7 ± 0.2	0.5 ± 0.01
Ca (mg/L)	115.2 ± 7.7	127.6 ± 26	111.1 ± 12
AA (mg/L)	6.7 ± 0.4	4.9 ± 0.9	2.95 ± 1.5*
Catalase	57.7 ± 2.5	59.8 ± 4.2	45.5 ± 2.9*
GPx	6.4 ± 0.3	62 ± 0.3	5.9 ± 0.3
SOD	52 ± 2.9	51.4 ± 3.8	44.1 ± 2.0

Data are expressed as means ± S.E.; *p<0.05 in relation a control group. One-way ANOVA-Duncan.

Lok index (R= 0.60; p= 0.01) and Meld (R= 0.50; p= 0.03) and between Meld x Child (R= 0.69; p= 0.001) and Bonacini (R= 0.63; p= 0.006).

Analysis indicated a decrease in the ascorbic acid and Se levels in cirrhotic patients when compared with control subjects (Table II). However, when patients were separated by Child classification (B and C), we observed that ascorbic acid levels of cirrhotics with Child group C was significantly lower than in control group (P=0.01; Table II). Selenium levels were lower in cirrhotic patients (Child B, P=0.01; and Child C, P=0.02) when compared with control group (Table II). The other microelements (Cu, Fe, Mg, Ca and Zn) did not differ between groups (P>0.05). In relation to the activity of the antioxidant enzymes SOD, CAT and GPx, only catalase was lower in patients with Child group C compared with control group (P=0.03; Table II).

Interestingly, there was an unexpected positive correlation between plasma of Se and parameters of disease severity in cirrhotic patients. For instance, Se correlated with Lok Index (R=0.56; P=0.02), Child score (R=0.66; P=0.007) and MELD score (R=0.55; P=0.03).

The PCA analysis (multivariate analysis) showed a different response between the control and cirrhotic individuals plotted separately for the variables analyzed (Fig. 1A, B and C). The application of PCA revealed almost 92% of total variance (Fig. 1A). The compound of PC1, which accounted for 76.8% variance, reflects a marked correlation among Ca, Zn, Fe, Cu and Se (Fig. 1A). PC2 contributed with 15.2% of variance to the data, not having variables with positive correlation. Moreover, we observed a high affinity among control subjects and Se levels, both an inverse relationship between Se levels and cirrhotic patients.

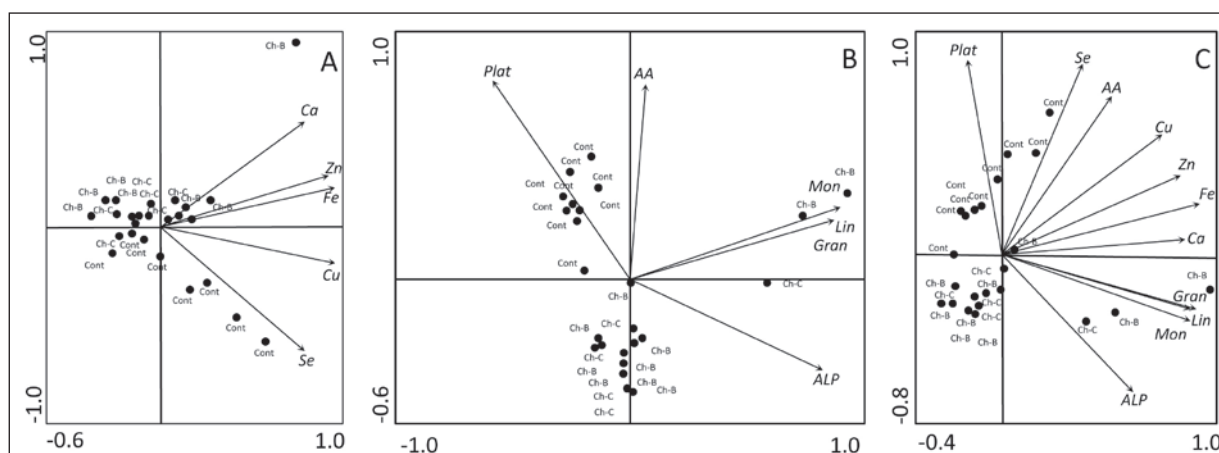


Fig. 1.—Biplot graphic of sources and weights (loadings) for the first two principal components (PC1 and PC2) for inorganic elements (Se, Ca, Cu, Fe and Zn), AA, oxidation of DCFDA parameters and Child index. Cont= healthy controls; Ch-B= cirrhotic patients, score B; Ch-C= cirrhotic patients, score C, Lin= lymphocytes, Mon= monocytes, Gran= granulocytes, AA= ascorbic acid, ALP= alkaline phosphatase, Plat= platelets.

The loadings plot (Fig. 1B) showed that, PC1 is dominated by AA levels and platelets, accounting for 60% of the total variance and it shows high affinity with control subjects. PC2 dominated by DCFDA oxidation in leukocytes and alkaline phosphatase, accounts for 26.2% of the total variance, being in association with cirrhotic patients. The PC1 and PC2 explained 86.2% of the total variances within the data (Fig. 1B).

Figure 1C shows the score plot with parameters of most relevance to the separation of groups used for the PCA that showed 82.2% of total variance. The compound of PC1 contributed with 51.9% of variance and PC2 with 30.3% of variance to the data. When evaluated together, there is a negative correlation between cirrhotic patients with microelements and AA levels. Furthermore, the platelets and Se levels have high affi-

nity with control group. On the other hand, DCFDA oxidation in granulocytes, monocytes and lymphocytes is associated with cirrhotic patients. Interestingly we observe that Se levels have a strong association with the control subjects (Fig. 1A e 1C).

The production of intracellular ROS was measured by DCFDA oxidation (Fig. 2). The fluorescence intensity means in peripheral blood leukocytes in the control group, Child group B and Child group C were, respectively: granulocytes (118 ± 20.7 ; 477.9 ± 341.9 ; 591 ± 482), monocytes (31 ± 3.7 ; 281.9 ± 226.4 ; 416.7 ± 379) and lymphocytes (13.8 ± 5.2 ; 54.2 ± 39.5 ; 74.9 ± 63.7). The production of intracellular ROS by DCFDA oxidation was higher in group C compared with the other groups, however, it was not significant.

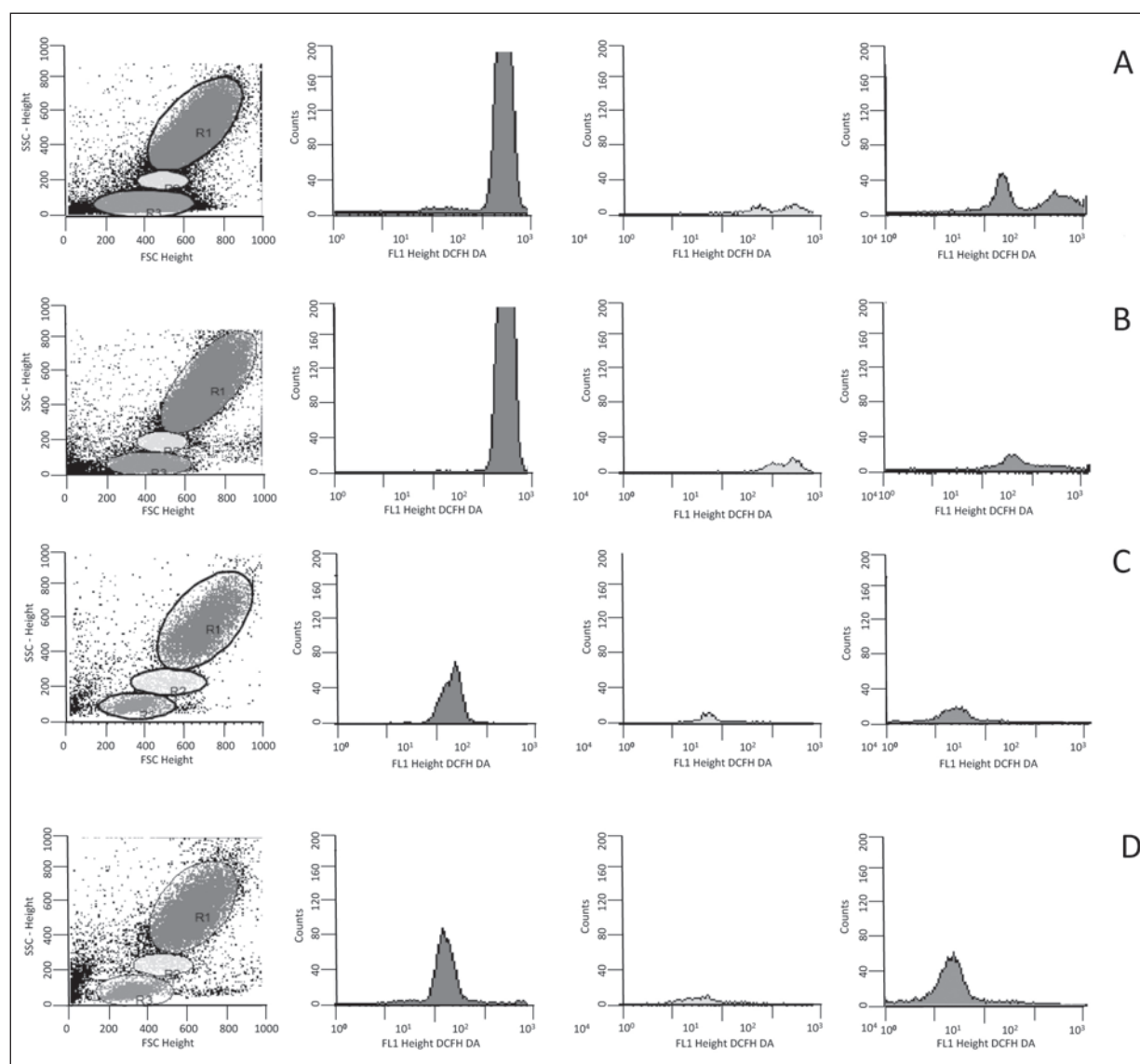


Fig. 2.—Flow cytometric analysis for intracellular H_2O_2 was determined using DCF-DA in peripheral blood leukocytes. A= Example of flow cytometry, with strong fluorescence DCFH-DA, of the cirrhotic patients with Child score B; B= cirrhotic patients with Child score B; C= cirrhotic patients with Child score C; D= healthy control, with mild fluorescence.

Appendice				
Parameters of disease severity of cirrhotic subjects				
Parameters	Cirrhotic subjects	Frequency	Classification to Cirrhosis	Evaluated Parameters
AST: ALT ratio	1.53 ± 0.8	9/15	=1	AST,ALT
AST: platelet ratio index (APRI)	2.75 ± 2.6	6/15	>2	(AST/upper limit of normal AST) x (100:platelet count[x 103/ μ L])
Bonacini cirrhosis discriminant score (CDS)	8.4 ± 0.8	13/15	>7	Platelet score + ALT:AST ratio score + INR score
Lost Index	0.7 ± 0.2	13/15	>0.5	$\frac{\exp(\text{logodds})}{1 + \exp(\text{logodds})}$ logodds = - 5.56 - (0.0089 x Platelet count [x 103/ μ L]) + (1.26 x AST:ALT ratio) + (5.27 x INR)
Child Pugh	9.1 ± 1.9	9/15 6/15	07-09: Child B- >9: Child C	Ascites, Bilirubin, albumin, INR and encephalopathy
MELD	13.9 ± 4.9	12/15 3/15	10-19: 27% mortality in 3 months >20-29: 76% mortality in 3 months	0.957 + loge (creatinina mg/dL) + 0.378 x loge (bilirubinas mg/dL) + 1.120 x loge (RNI) + 0.643

Data are expressed as means ± SD.

The micronutrients Se and ascorbic acid are important for the functioning of immune system and selenium is necessary for the synthesis of antioxidant selenoproteins and selenoenzymes²⁴⁻²⁶. Consequently, in cirrhotic patients, these physiological functions may be compromised. However, it is not possible to now whether low Se levels were involved in the progression or whether they were the consequence of the hepatic disease²⁷.

The liver plays a central role in trace elements' metabolism; therefore, the alterations of its structure and function typical of cirrhosis may alter the hepatic utilization of trace elements, as well as their release in the blood²⁸.

The effects of Se in cirrhotic patients have been little studied. Burk *et al.*²⁹ have demonstrated that Se in plasma decreases as the severity cirrhosis increases. However, the Se in glutathione peroxidase compartment raised in cirrhotic Child group C compared with Child group A and B. The correlation obtained here between Se and severity of cirrhosis (Lok index, Child score and Meld score) indicated an increase in Se levels with the worsening of cirrhosis. The discrepancies between the studies may be due to the small number of patients evaluated in both studies. Consequently, more studies are needed to clarify these controversies.

In contrast to Se, negative correlations between the levels of Zn and severity parameters of cirrhosis (Lok Index R=-0.63; P=0.007, Bonacini R=-0.50; P=0.05 and APRI R=-0.50; P=0.05) were observed, which are in accordance with the literature³⁰⁻³².

In the current study, we found low plasma levels of Se and AA among cirrhotic patients and an important association with control subjects. There are indications that selenium metabolism is altered in cirrhosis²⁹, Al-

though the behavior of selenium in the severity of liver cirrhosis is not yet clear, it is not a good marker to assess the severity of cirrhosis in this study. Regardless of the few studies, AA seems to be a good marker to help with the study on the severity of cirrhosis, but further researches are necessary. Additionally, future research will be needed to elucidate the behavior of these micronutrients in humans.

Acknowledgments

This study was financed by funds received from the National Counsel of Technological and Scientific Development (CNPq).

References

1. Clot P, Tabone M, Aricò S, et al. Monitoring oxidative damage in patients with liver cirrhosis and different daily alcohol intake. *Gut* 1994; 35: 1637-43.
2. Darvesh AS, Bishayee A. Selenium in the Prevention and Treatment of Hepatocellular Carcinoma. *Anti cancer agents med chem* 2010; 10: 338-45.
3. Somi MH, Rezaeifar P, Ostad Rahimi A, et al. Effects of Low Dose Zinc Supplementation on Biochemical Markers in Non-alcoholic Cirrhosis: A Randomized Clinical Trial. *Arch Iran Med* 2012; 15: 472-76.
4. Kim IW, Bae SM, Kim YW, et al. Serum selenium levels in Korean hepatoma patients. *Biol Trace Elem Res* 2012; 148: 25-31.
5. Lin CC, Huang JF, Tsai LY, et al. Selenium, iron, copper, and zinc levels and copper-to-zinc ratios in serum of patients at different stages of viral hepatic diseases. *Biol Trace Elem Res* 2006; 109:15-23.
6. Czuczejko J, Zachara BA, Staubach-Topczewska E, et al. Selenium, glutathione and glutathione peroxidases in blood of

- patients with chronic liver diseases. *Acta Biochim Pol* 2003; 50: 1147-1154.
7. Dworkin BM, Rosenthal WS, Gordon GG, et al. Diminished blood selenium levels in alcoholics. *Alcohol Clin Exp Res* 1984; 8: 535-38.
 8. Zachara BA, Pawluk H, Bloch-Boguslawska E, et al. Tissue level, distribution, and total body selenium content in healthy humans and in some diseases in Poland. *Arch Environ Health* 2001; 56: 461-66.
 9. Everitt H, Patel VB, Tewfik I. Nutrition and alcoholic liver disease. *Nutr Bull* 2007; 32: 138-44.
 10. Bjelakovic G, Gluud LL, Nikolova D, et al. Meta-analysis: antioxidant supplements for liver diseases – the Cochrane Hepato-Biliary Group. *Aliment Pharmacol Ther* 2010; 32: 356-367.
 11. Pugh RN, Murray-Lyon IM, Dawson JL, et al. Transection of the oesophagus for bleeding oesophageal varices. *Br J Surg* 1973; 60: 646-649.
 12. Sheth SG, Flamm SL, Gordon FD, et al. AST/ALT ratio predicts cirrhosis in patients with chronic hepatitis C virus infection. *Am J Gastroenterol* 1998; 93: 44-8.
 13. Pradat P, Alberti A, Poynard T, et al. Predictive value of ALT levels for histologic findings in chronic hepatitis C. *Hepatology* 2002; 36: 973-977.
 14. Mistry FP, Karnad DR, Abraham P, et al. A scoring system to differentiate cirrhotic from noncirrhotic portal hypertension. *Indian J Gastroenterol* 1991; 10: 82-85.
 15. Nanji AA, French SW, Mendenhall CL. Serum aspartate aminotransferase to alanine aminotransferase ratio in human and experimental alcoholic liver disease. *Enzyme* 1989; 41: 112-5.
 16. Wiesner RH, McDiarmid SV, Kamath PS, et al. Meld and Peld: application of survival models to liver allocation. *Liver transplant* 2001; 7: 567-80.
 17. Walrand S, Chambon-Savanovitch C, Felgines C, et al. Aging: a barrier to renutrition? Nutritional and immunologic evidence in rats. *Am J Clin Nutr* 2000; 72: 816-24.
 18. Jacques-Silva MC, Nogueira CW, Broch LC, et al. Diphenyl diselenide and ascorbic acid changes deposition of selenium and ascorbic acid in brain of mice. *Pharmacol Toxicol* 2001; 88: 119-25.
 19. Aebi H. Catalase in vitro. *Methods Enzymol* 1984; 105: 121-27.
 20. Boveris A, Cadenas E. Cellular source and steady-state levels of reactive oxygen species. In: Clerch L, Massaro D. Oxygen, Gene Expression and Cellular Function. New York: Marcel Dekker, 1997; 1-25.
 21. Pagalia DE, Valentine WN. Studies on the quantitative and qualitative characterization of erythrocyte glutathione peroxidase. *J Lab Clin Med* 1967; 70: 158-169.
 22. Udell JA, Wang CS, Tinmouth J, et al. Does this patient with liver disease have cirrhosis? *JAMA* 2012; 307: 832-42.
 23. Wai CT, Greenson JK, Fontana RJ, et al. A simple noninvasive index can predict both significant fibrosis and cirrhosis in patients with chronic hepatitis C. *Hepatology* 2003; 38: 518-26.
 24. Kronhausen E, Kronhausen Phylles. *Formula for Life: The Anti-Oxidant, Free-Radical, Detoxification Program*. New York: William Morrow, 1989.
 25. Spallholz JE. Selenium and glutathione peroxidase: essential nutrient and antioxidant component of the immune system. In: Bendich A, Philips M, Tengerdy RP. Antioxidant Nutrients and Immune Functions. New York: Plenum Publishing, 1990; 145-58.
 26. Steinbrenner H, Sies H. Protection against reactive oxygen species by selenoproteins. *Biochim Biophys Acta* 2009; 1790: 1478-1485.
 27. González-Reimers E, Martín-González MC, Alemán-Valls MR, et al. Relative and Combined Effects of Chronic Alcohol Consumption and HCV Infection on Serum Zinc, Copper, and Selenium. *Biol Trace Elem Res* 2009; 132: 75-84.
 28. Loguercio C, de Girolamo V, Federico A, et al. Trace elements in chronic liver diseases. *Trace Elem Med Biol* 1997; 11: 158-61.
 29. Burk RF, Early DS, Hill KE, et al. Plasma Selenium in Patients With Cirrhosis. *Hepatology* 1998; 27: 794-98.
 30. Bianchi GP, Marchesini G, Brizi M. Nutritional effects of oral zinc supplementation in cirrhosis. *Nutr Res* 2000; 20:1079-1089.
 31. Saxena T, Agarwal BK, Makwane HS, et al. Study of serum zinc and magnesium levels in patients of liver cirrhosis. *J Pharm Biomed* 2012; 5: 327-331.
 32. Katayama K, Sakakibara M, Imanaka K, et al. Effect of zinc supplementation in patients with type C liver cirrhosis. *Open J Gastroenterol* 2011, 1: 28-34.



Original/Otros

Consumption of ready-to-eat cereal is inversely associated with body mass index in 6-13 years old Chilean schoolchildren

Oscar Castillo Valenzuela¹, Jéssica Liberona Zúñiga^{1,2}, Angélica Dominguez de Landa³, Frank Thielecke^{4,5}, Mary Mondragón M⁶, Jaime Rozowski Narkunski² and Sylvia Cruchet Muñoz⁷

¹Nutrition and Dietetics School, Universidad Finis Terrae. ²Department of Nutrition, Diabetes and Metabolism. ³Department of Public Health, Faculty of Medicine, Pontificia Universidad Católica de Chile. ⁴Cereal Partners Worldwide. ⁵Nestlé Research Center, Vers chez les Blanc (Lausanne), Switzerland. ⁶General Mills International. ⁷Institute of Nutrition and Food Technology, Universidad de Chile, Chile.

Abstract

Background and aims: childhood obesity in Chile is a serious problem with the prevalence continuing to increase over the last decade, despite all governmental efforts to diminish it. Studies indicate that the consumption of certain foods may help to control body weight. The objective of this study was to evaluate the relationship between ready-to-eat cereals (RTEC), body mass index and nutritional intake of macronutrients and micronutrients in school children from Santiago, Chile.

Methods and results: the study included 1 477 children aged 6-13 years who were evaluated by trained nutritionists. Weight, height and waist circumference were measured and a 24-hour recall questionnaire was administered in which the hours spent watching TV were also recorded. Overall, 32% of boys and 28 % of girls were overweight but the difference between them was not significant. All children, regardless of sex, showed a significant inverse relationship between amounts of RTEC consumed and body mass index (BMI). Those girls that consumed higher amount of RTEC had a reduced waist circumference than those that had a lower intake. A high consumption of RTEC in all children was related to a higher intake of calories, proteins, carbohydrates, calcium and zinc and to a lower intake of calories from fat. RTEC consumption was also associated with lower risk of being overweight/obese.

Conclusion: this study identifies RTEC intake as a potential indicator of a healthy diet. Controlled interventions are necessary to isolate the effect of RTEC consumption from other participating factors.

(Nutr Hosp. 2015;32:2301-2308)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9604

Key words: Ready-to-eat cereals. Body mass index. Food intake. School children.

Correspondence: Jéssica Liberona.

Departamento de Nutrición, Diabetes y Metabolismo.

Pontificia Universidad Católica de Chile.

Lira 40, edificio de gastroenterología 4.º piso, Santiago.

Postal code 8330023 Santiago de Chile.

E-mail: liberona@uc.cl

Recibido: 7-VII-2015.

Aceptado: 7-VIII-2015.

EL CONSUMO DE CEREALES LISTOS PARA COMER ESTÁ INVERSAMENTE ASOCIADO CON EL ÍNDICE DE MASA CORPORAL EN ESCOLARES CHILENOS DE 6 A 13 AÑOS

Resumen

Introducción y objetivos: la obesidad infantil en Chile es un problema serio de salud, con una prevalencia que ha ido en aumento durante las últimas décadas, a pesar de todos los esfuerzos gubernamentales por combatirla. Algunos estudios indican que el consumo de ciertos alimentos puede ayudar en el control del peso corporal. El objetivo de este estudio fue evaluar la relación entre los cereales listos para comer (CLC), el índice de masa corporal y la ingesta de macro y micronutrientes en escolares de Santiago de Chile.

Métodos y resultados: el estudio incluyó 1.477 niños con edades entre los 6-13 años que fueron evaluados por nutricionistas entrenados. Se midieron peso, talla y circunferencia de la cintura, además se aplicó una encuesta alimentaria por recordatorio de 24 horas y se preguntó por el número de horas que veían TV. Del total, el 32% de los niños y el 28% de las niñas presentaron exceso de peso, diferencia que no fue significativa. Todos los niños, independientemente del género, mostraron una asociación inversa significativa entre el consumo de CLC y el índice de masa corporal. Aquellas niñas que consumían mayores cantidades de CLC tenían menor circunferencia de cintura que aquellas que consumían menos. Un mayor consumo de CLC en todos los niños estuvo relacionado con mayor ingesta de calorías, proteínas, carbohidratos, calcio y zinc, además de con un menor consumo de calorías provenientes de las grasas. El consumo de CLC también estuvo asociado con menor riesgo de ser obeso o padecer sobrepeso.

Conclusión: este estudio muestra que la ingesta de CLC es un indicador potencial de una dieta saludable. Son necesarias intervenciones más controladas para evaluar el efecto aislado de los CLC en comparación con otros factores.

(Nutr Hosp. 2015;32:2301-2308)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9604

Palabras clave: Cereales listos para comer. Índice de masa corporal. Ingesta de alimentos. Escolares.

Introduction

The prevalence of childhood obesity in Chile has increased 4-fold over the past two decades reaching epidemic proportions¹⁻². Currently, it is estimated that almost a quarter of Chilean children entering grammar school are obese². This is very pertinent given the established association between childhood obesity and obesity in later adulthood which in turn increases the risk of other chronic diseases such as diabetes, hypertension, and dyslipidemia³. Obesity is a complex multifactorial disease where genetic and environmental factors such as excessive food intake and lack of physical activity are key elements in its development⁴.

A substantial amount of studies relate breakfast consumption to a decreased risk of obesity in children, adolescents and adults⁵, and an association has been found between breakfast consumption and nutritional status. A systematic review involving 59,000 children and adolescent in Europe showed that breakfast consumption has a protective effect against becoming overweight or obese⁶.

Breakfast intake has been considered as a “protection” against snack consumption. The recent study by Van Lippevelde et al in 6374 child-parent pairs from 8 European countries showed that out of 11 family variables, 3 were related to breakfast consumption: the frequency of this meal was inversely related to BMI z-score, while permissiveness concerning skipping breakfast and negotiating about breakfast were positively related to BMI z-score⁷.

Consumption of ready-to-eat cereals (RTEC), especially those with whole wheat, has been associated with a better diet quality and nutritional profile, lower body mass index (BMI) and a reduced presence of diabetes risk factors like altered fasting glycaemia and high blood cholesterol⁸. Studies have shown that children who eat RTEC have a better diet than those that do not, and an inverse relationship has been reported between frequency of consumption of RTEC at breakfast and body mass index (BMI)⁹. Albertson et al studied 603 American 4-12 years old children showing a statistically significant inverse correlation between RTEC consumption and BMI. Those children in the highest tertile of breakfast consumption had a lower fat intake and a better intake of micronutrients compared to those that consumed less or didn't consume¹⁰. Similar results were reported by Kosti et al in a sample of 2,008 12-17 years old Greek children showing that cereal consumption was associated with a 33% lower probability of being overweight and obese adjusted for age, sex and physical activity¹¹.

In Latin America, a prospective study in 147 Mexican children 6y-12 years old lasting 12 weeks showed that a decrease in body weight was related to intake of 33g of RTEC only when accompanied by nutrition education¹². In Argentina, Hirschler et al studied 330 students between 6 and 12 years old from low socioe-

conomic class finding a negative association between obesity/overweight in children and eating breakfast, independent of physical activity¹³.

There is limited information on RTEC consumption of Chilean children and its relationship to nutrient intake and BMI; therefore the aim of this study was to relate intake of RTEC to these indicators.

Methods

Study Population

The study included 1,678 children aged 6-13 years old recruited from 7 schools of different socioeconomic level (SEL) in Santiago, Chile. Two hundred and one children had missing or incomplete dietary information, reducing the sample size to 1,477 children. Exclusion criteria were the presence of a gastrointestinal disease or any condition that could alter food intake. Schools were classified according to the School Vulnerability Index (SVI) calculated by the Chilean National Organization for School Help and Fellowships (JUNAEB), which measures the SEL of each school as an institution according to their attending population. Informed consent was obtained from parents or guardians of the children in accordance with the Declaration of Helsinki. The Ethics Committee of the Faculty of Medicine approved the study protocol. Data collection took place between April 2010 and November 2011 by trained nutritionists.

Dietary Assessment

Food and beverage intake data were collected by a single 24 hour recall administered by trained nutritionists using a standardized protocol. The older children (aged ≥ 8 yrs) were interviewed in the school while the parent or guardian of the younger children completed the 24 hour recall in their home (72% response). Utensils representing standard household measures such as cups, spoons and bowls were used during the interview to facilitate the estimation of portion size. To ensure correct classification of RTECs, pictures of common RTECs available in the market were shown to children during the interview.

Food intake was analyzed using the program Food Processor 7.9 (ESHA Research, Oregon, USA) which uses the food composition tables from various sources including the USDA Standard Reference database and it has been previously validated for Chilean foods¹⁴.

Anthropometry

Weight was measured with the child wearing light clothing without shoes on an Omron scale model HBF-400 (Omron, Kyoto, Japan) (precision 100 g,

range 0.1-130 kg). Height was measured using a portable scale (Seca, model 214, Hanover, MD) to the nearest 0.1 cm with the subject's head oriented in the Frankfurt plane¹⁵. Waist circumference was measured with an inextensible tape on the upper lateral border of the right ilium in the mid-axillary line at the end of an exhalation¹⁶, three measurements were Averaged and >90th percentile as a cut-off value was used¹⁷. All measurements were performed in the school by trained nutritionists before the dietary interview.

Weight classification was determined by the BMI (weight in kg/height² in m) comparing it with the CDC/NCHS 2000 tables¹⁷. Cut off points were those recommended by the Expert Committee on Child Obesity from USA (underweight BMI $p < 10$; normal BMI ≥ 10 - $p < 85$; overweight BMI ≥ 85 - $p < 95$; obese BMI ≥ 95).

In order to establish pubertal development, a self-administered observation was requested to each child who, in private, observed standardized pictures showing different Tanner stages of pubescent development. This information was used to adjust BMI according to their biological health, a methodology validated and used in other studies¹⁸.

Physical Activity

Physical activity was estimated by proxy asking the children the number of hours that the child spent watching TV.

Statistical analysis

Continuous variables are presented as mean and standard deviation, while categorical variables are pre-

sented as absolute and relative frequencies. Student t test for independent samples was used to compare anthropometric means between boys and girls. The population was categorized into 4 groups according to the amount of RTEC consumed: 0 g/d (non-consumers), 1-29 g/d (1 portion or less), 30-59 g/d (1 to 2 portions), and ≥ 60 g/d g (2 or more portions) Portion size was established based on the manufacturer size portion guidelines. Mean anthropometric measurements, food and nutrient intakes were compared across the consumption groups using ANOVA test and Bonferroni or Tamane post-hoc tests were performed to evaluate pair differences.

Excess weight and obesity prevalence was computed in each cereal consumption group. P value for trend was used to assess associations. Logistic regression was used to examine the extent to which RTEC consumption was associated with the risk of overweight and obesity crude odds ratios (OR) and its 95% confidence interval (CI) were obtained to estimate the relative risk of overweight and obesity. To correct for possible confounding variables including gender, age, pubertal maturation and physical activity, adjusted ORs and the 95% CI were also computed.

All p values were two-tailed, and a value of $p < 0.05$ was considered to be statistically significant. Data processing and statistical analyses were conducted with SPSS statistical software version 17.0.

Results

No significant differences were observed on the average age, weight, height, BMI or waist circumference between boys and girls (Table I). Overall, 35% of the sample consumed RTEC with no substantial difference between boys and girls. Figure 1 shows the changes

Table I
Characteristics of the study population. 2009-2010, Santiago, Chile³⁹

	Males (n=787)	Females (n=690)	Total (n=1477)	p value
Age 10-12 years (%)	60.7	59.1	60.0	0.530
Low SEL (%)	50.2	47.7	49.0	0.336
Weight (kg)	39.47 (11.6)	39.42 (12.0)	39.45 (11.8)	0.938
Height (cm)	142.27 (13.4)	141.99 (12.5)	142.14 (13.0)	0.684
BMI (kg/m ²)	19.12 (3.2)	19.17 (3.5)	19.14 (3.4)	0.767
z-BMI	0.57 (0.94)	0.48 (0.91)	0.53 (0.92)	0.056
Waist circumference (cm)	69.32 (9.6)	70.20 (10.4)	69.73 (10.0)	0.091
Overweight (%)	19.6	16.8	18.3	0.171
Obese (%)	12.5	10.9	11.7	0.345
RTEC consumers %	35.2	35.7	35.4	0.855

SEL: socioeconomic level; BMI: body mass index; RTEC: ready to eat cereal

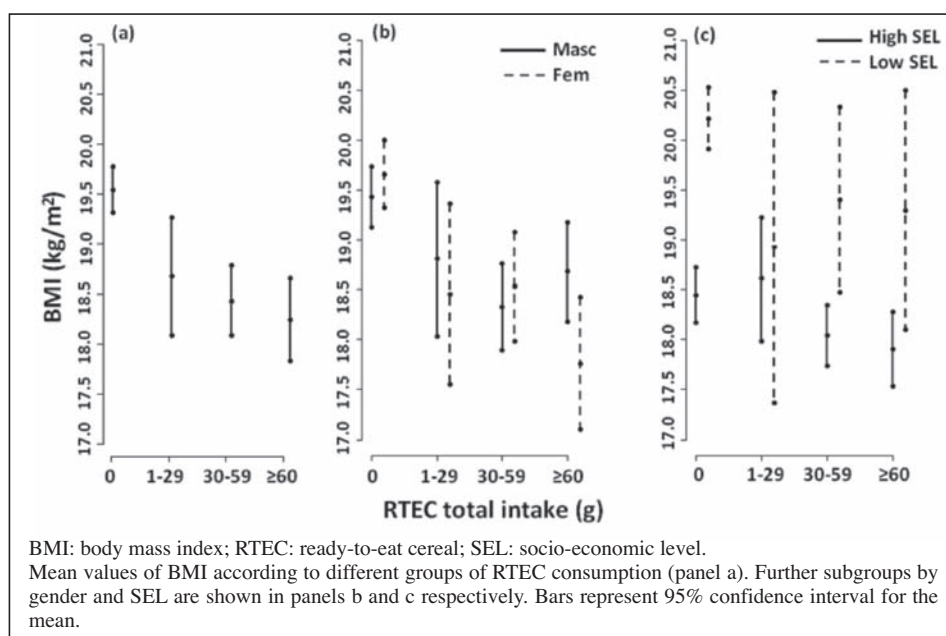


Fig. 1.—Changes in BMI with the total intake of RTEC. 2009-2010, Santiago, Chile.

in BMI according to RTEC total intake. There was an inverse relationship between BMI and RTEC consumption at breakfast in the whole group ($p < 0.001$). No difference was observed in boys and girls in RTEC consumption and BMI ($p = 0.333$). Children from the high SEL group showed lower values of BMI than low SEL and the inverse relationship was significant only in the high SEL group ($p < 0.001$).

Table II shows socio-demographic and anthropometric characteristics and nutrient intake according to children's RTEC intake. All categories of RTEC consumers had a significantly lower mean BMI than non-consumers and those who consumed ≥ 30 g/d of RTEC also had a significantly lower waist circumference. The differences in zBMI, are maintained only for those who consumed more than 1 serving of RTEC. In general, RTEC consumption was associated with a higher quality diet, characterized by an increased mean intake of fruits, vegetables, dairy products and whole wheat bread and a lower of consumption of white bread and sugar. Furthermore, RTEC consumers tended to have significantly higher mean intakes of protein, carbohydrate, vitamin A, B6, C and D, iron, calcium and zinc compared to non-consumers. Sodium intake was significantly higher in RTEC consumers than in non-consumers; however, this was only significant in those who consumed 2 portions or more (≥ 60 g/d) of RTEC.

Multiple logistic regression analysis showed that the risk of being obese or overweight was reduced as RTEC intake increased by 1 or more portions per day (Table III). When up to 1 portion (30g) of RTEC is consumed, overweight/obesity is diminished by 7% compared to non-eaters. Eating 1 to 2 portions and more than 2 portions /day reduced the risk of overweight in 53% and 58% respectively compared to those

who did not eat at all, adjusted for age, sex, pubertal state and physical inactivity per week (Table III). Likewise, prevalence of obesity decreased by 12%, 67% and 77%, respectively, using the same levels of intake described above for overweight.

On average, 64 % of children spent less than 2 hours/day watching TV while 35.5% watched between 2-4 hours. Boys played more videogames and spent more hours in front of a computer than girls. While 28% of children of high SEL spent more than 2 hours watching TV, 50% of children from low SEL did the same (data not shown).

Discussion

The prevalence of overweight and obesity in Chile has consistently increased in the last decades despite all the governmental efforts to diminish it. It is particularly worrisome the high prevalence of obesity in children and young adults which is a predictor of a high morbidity in adult life¹⁹. The efforts to combat overweight and obesity have concentrated in improving eating habits or increasing physical activity of children²⁰. Although some positive results have been seen in the short and medium term, there is still no adequate long term intervention strategy to reduce weight in children, a scenario prevalent in most developing countries and in the developed world²¹.

More recently, studies have been focused on the association between the intakes of certain foods with the prevalence of obesity. In a detailed meta-analysis the authors concluded that regular consumption of breakfast RTEC results in a lower BMI and a decreased likelihood of being overweight in children and adolescents²².

Table II
Anthropometry and mean daily nutrient intakes across RTEC consumption groups. 2009-2010, Santiago, Chile

	RTEC consumption (g/d)					
	0 (n=954)	1-29 (n=91)	30-59 (n=277)	≥60 (n=155)	Total (n=1477)	P value
Socio-demographic						
Age; mean (SD)	10.5 (2.1)	10.1 (2.1)	10.4 (1.8)	10.6 (1.9)	10.5 (2.0)	0.151
Gender Male (%)	64.8	7.1	17.8	10.3		0.333
Gender Female (%)	64.3	5.1	19.9	10.7		
High SEL (%)	48.5	9.6	26.3	15.7		
Low SEL (%)	81.4	2.6	10.9	5.1		<0.001 ^{a,b,c}
Physical inactivity (<2 hrs per day in front of a screen) (%)	53.6	61.5	58.1	58.1		
Physical inactivity (2-4 per day hrs in front of a screen) (%)	35.4	33.0	35.4	33.5		
Physical inactivity (>4 hrs per day in front of a screen) (%)	11.0	5.5	6.5	8.4		0.326
Anthropometry						
Weight (kg); mean (SD)	40.2 (12.2)	38.1 (10.8)	38.0 (11.2)	38.3 (10.0)	39.4 (11.8)	0.010 ^b
Height (cm); mean (SD)	142.0 (13.0)	141.4 (13.7)	142.1 (12.8)	143.6 (12.8)	142.1 (13.0)	0.469
BMI (kg/m2); mean (SD)	19.5 (3.6)	18.7 (2.9)	18.4 (3.0)	18.2 (2.6)	19.1 (3.4)	<0.001 ^{a,b,c}
z-BMI; mean (SD)	0.61 (0.95)	0.49 (0.90)	0.35 (0.87)	0.28 (0.84)	0.53 (0.93)	<0.001 ^{b,c}
Waist circumference (cm); mean (SD)	70.8 (10.4)	68.4 (8.9)	67.9 (9.2)	67.4 (8.0)	69.7 (10.0)	<0.001 ^{b,c}
Nutrient intakes						
Energy (kcal); mean (SD)	1963 (691)	2001 (598)	2021 (602)	2267 (631)	2008 (669)	<0.001 ^{c,e,f}
Proteins (g); mean (SD)	71.7 (30.7)	85.7 (30.1)	77.3 (28.7)	84.8 (26.5)	75 (30.2)	<0.001 ^{a,b,c}
P% (%); mean (SD)	14.7 (3.9)	17.4 (4.4)	15.4 (3.7)	15.1 (3.5)	15.1 (3.9)	<0.001 ^{a,b,d,e}
Carbohydrates (g); mean (SD)	290.0 (108.9)	287.1 (101)	303.5 (93.2)	346.2 (100.9)	298.2 (106.1)	<0.001 ^{c,e,f}
CHO% (%): mean (SD)	59.2 (8.0)	56.9 (8.1)	60.2 (7.2)	61.2 (7.6)	59.4 (7.9)	<0.001 ^{a,c,d,e}
Sugar (g); mean (SD)	21.1 (24.6)	13.1 (23.7)	14.8 (19.9)	13.5 (15.8)	18.6 (23.2)	<0.001 ^{a,b,c}
Fats (g); mean (SD)	58.9 (26.7)	58.5 (20.8)	56.8 (23.5)	61.8 (29.2)	58.8 (26.1)	0.299
F% (%); mean (SD)	26.9 (6.9)	26.6 (6.0)	25 (5.9)	24.3 (6.8)	26.2 (6.7)	<0.001 ^{b,c,e}
Soluble fiber (g); mean (SD)	5.7 (3.5)	4.9 (2.8)	5.3 (2.9)	5.1 (2.8)	5.5 (3.3)	0.026
Insoluble fiber (g); mean (SD)	11.2 (8.6)	9.6 (6.1)	9.9 (7.3)	9.4 (6.9)	10.7 (8.1)	0.008 ^c
Polyunsaturated fat (g); mean (SD)	13.1 (7.2)	11.6 (5.1)	11.9 (6.2)	12.4 (6.6)	12.7 (6.9)	0.026 ^b
Vitamin A (RE); mean (SD)	725 (672)	835 (665)	818 (633)	955 (1695)	773 (836)	0.008 ^c
Vitamin B6 (mg); mean (SD)	1.3 (0.7)	1.6 (0.7)	1.4 (0.6)	1.5 (0.7)	1.4 (0.7)	<0.001 ^{a,c}
Vitamin C (mg); mean (SD)	62.6 (61.3)	79 (74.8)	76.5 (71.0)	73.5 (55.5)	67.4 (63.8)	0.002 ^b
Vitamin D (ug); mean (SD)	4.4 (3.5)	5.4 (3.7)	5.5 (4.6)	5.6 (3.7)	4.8 (3.8)	<0.001 ^{b,c}
Calcium (mg); mean (SD)	807 (429)	1088 (429)	979 (405)	1106 (411)	888 (438)	<0.001 ^{a,b,c}
Iron (mg); mean (SD)	13.6 (6.4)	13.8 (6.4)	13.2 (5.3)	15.4 (6.8)	13.7 (6.3)	0.005 ^{c,f}
Sodium (mg); mean (SD)	1760 (921)	1964 (809)	1874 (833)	2332 (921)	1854 (915)	<0.001 ^{c,e,f}
Zinc (mg); mean (SD)	8.7 (4.2)	10.5 (4.1)	9.3 (4.1)	10.0 (3.9)	9 (4.2)	<0.001 ^{a,c}

Post hoc correction. a: 0 g different from 1-29 g; b: 0 g different from 30-59 g; c: 0 g different from 60 or more g; d: 1-29 g different from 30-59 g; e: 1-29 g different from 60 or more g; f: 30-59 g different from 60 or more g.

Table III <i>Prevalence of excess weight/obesity by RTEC consumption groups. 2009-2010, Santiago, Chile</i>			
<i>RTEC consumption (g/d)</i>	<i>n</i>	<i>Excess weight (%)*</i>	<i>Obesity (%)*</i>
0	954	34.6	14.7
OR (95% CI)		1	1
Adjusted OR (95 CI)**		1	1
1-29	91	33.0	13.2
OR (95% CI)		0.93 (0.59-1.47)	0.88 (0.47-1.66)
Adjusted OR (95 CI)**		1.24 (0.70-2.20)	2.06 (0.90-4.70)
30-59	277	19.9	5.4
OR (95% CI)		0.47 (0.34-0.65)	0.33 (0.19-0.58)
Adjusted OR (95 CI)**		0.61 (0.42-0.90)	0.54 (0.28-1.07)
≥60	155	18.1	3.9
OR (95% CI)		0.42 (0.27-0.64)	0.23 (0.10-0.54)
Adjusted OR (95% CI)**		0.53 (0.32-0.89)	0.48 (0.18-1.25)
Total	1477	30.0	11.7

* p value for trend <0,001.

** OR adjusted by gender, pubertal maturation (tanner), Physical inactivity (hours per days in front of a screen), age and socioeconomic level. RTEC: ready to eat cereal; OR: Odds Ratio; CI: confidence interval.

RTEC have been particularly studied since they are easy to prepare, tasteful, most of them are low in fat, some are whole grain and most are also fortified with vitamins and minerals. Their consumption is related to a healthier diet in children, which correlates with our finding that those children that consumed a higher amount of RTEC had a healthier diet²³. RTEC are not frequently consumed in Chile; the results reported here show that only approximately 35% of the children consumed RTEC cereals at breakfast, mainly in the better-to-do groups, although there is also some level of consumption in poorer children. Gradually the higher socioeconomic groups have been incorporating this food item in their diet, reaching levels similar to the intake in the USA and some countries in Europe²³. In our population we observed an inverse relationship between RTEC consumption and BMI in both boys and girls and we showed a higher prevalence of overweight in those children that did not eat RTEC (those that did vs. those that did not, 26% vs. 36% in boys and 17% vs. 33% in girls, respectively). Although in our study there were no changes in fat consumption or white bread intake together with an increase in sodium, the diet of RTEC was healthier than non-eaters.

These results are similar to the results found in other countries^{10, 23}, which have shown that RTEC consumption is related to a better dietary pattern and a higher level of physical activity than those who did not consume them.

One hypothesis that can be put forward is that those children that consume RTEC have a better lifestyle

and overall diet than those who did not. In the present study the consumption of RTEC was associated with a higher intake of dairy products, white meats (poultry and pork), fruits and vegetables and other cereals, a reduced intake of added sugar and less hours watching TV, a pattern that is protective of excess weight in children and adults²⁴. In our group the intake of milk in children that consumed RTE cereals was about 200 ml higher than those who did not. This association has been extensively discussed in the literature describing an inverse relationship between consumption of dairy foods and BMI²⁵.

Waist circumference, a cardiovascular risk factor, was also diminished in the RTEC, probably also related to a better lifestyle²⁶. Our study showed that girls consuming RTEC had a higher energy intake than those who did not, although they showed a reduced prevalence of overweight and obesity, probably related to the higher intake of dairy products and a reduced intake of sugar. McNulty et al reported a similar finding in 1,015 Irish boys and girls²⁷.

Fat intake expressed as percentage of calories showed an inverse relationship with consumption of RTEC in agreement with other studies (9) (data not shown). Fiber consumption did not show any relationship with RTEC intake, suggesting that the RTEC consumed were not particularly high in fiber, which is in agreement with the report by Ruxton et al in 136 schoolchildren²⁸.

The intake of zinc, iron, phosphorus, sodium, vitamins A, B₁, B₂, B₃, pyridoxine, B₁₂ C and D, were also high in RTEC consumers which can be explained

by the fortification of RTEC with these nutrients, as reported by Gibson in 1,688 4-18 y old British children²⁹.

The adequacy of energy intake and selected macro and micronutrients in children that consumed RTEC was above 100% except for fiber and calcium, which did not reached the recommendations for the age group. This data coincides with other populations studied³⁰.

The present study shows the effect of RTEC in a population where their consumption is low. Limitations of this study are the cross sectional nature and the possibility of under/over reporting. However, special care was taken to confirm their reporting of intake. The use of a proxy to physical activity (hours watching TV) is another limitation. This was done in order to avoid doing a lengthy questionnaire due to time constraints. Nevertheless, based on their answers it seems to correlate well with physical activity.

In conclusion, this study identifies RTEC intake as a potential indicator of a healthy diet. Since we know that breakfast intake is related to a decreased BMI, a score can be constructed in order to assess the importance of the different foods described as protectors against a high BMI. On the other hand, it is essential to conduct prospective controlled interventions that will allow isolating the effect of RTEC consumption from other factors that may permit to establish feeding strategies for children.

Acknowledgments

The authors would like to thank Mrs. Jacqueline Montero for her administrative help and collection of data. This study was financed by Cereal Partners Worldwide.

References

1. Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB). Mapa Nutricional (2010) <http://bpt.junaeb.cl:8080/MapaNutricional-Gx/> Accessed March 29, 2015.
2. Kain J, Orellana Y, Leyton B, Taibo M, Vio F. Association between socioeconomic vulnerability and height with obesity in low-income Chilean children in the transition from preschool to first grade. *Ecol Food Nutr* 2014; 53(3):241-55.
3. Mijailović V, Micić D, Mijailović M et al. Adolescent obesity on morbidity in adult life. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2001;14 (Suppl 5):1339-44.
4. Nicklas T, Yang S, Baranowski T, et al. Eating patterns and obesity in children. The Bogalusa Heart Study. *Am J Prev Med* 2003; 25(1):9-16.
5. Kaisari P, Yannakoulia M, Panagiotakos DB, Eating frequency and overweight and obesity in children and adolescents: a meta-analysis. *Pediatrics* 2013;131(5):958-67.
6. Szajewska H, Ruszczyński M. Systematic review demonstrating that breakfast consumption influences body weight outcomes in children and adolescents in Europe. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2010;50(2):113-9.
7. Van Lippevelde W, Telde SJ, Verloigne M et al. Associations between family-related factors, breakfast consumption and

BMI among 10-12-year-old European children: The cross-sectional ENERGY-Study. *PLoS One* 2013; 8(11):e79550.

8. Zanovec M, O'Neil C, Cho S, et al. Relationship between whole grain and fiber consumption and body weight measures among 6- to 18-Year-Olds. *J Pediatr* 2010; 157: 578-83.
9. Nicklas TA, O'Neil CE, Berenson GS. Nutrient contribution of breakfast, secular trends, and the role of ready-to-eat cereals: A review of data from the Bogalusa heart study. *Am J Clin Nutr* 1998; 67 (Suppl. 4):S757-S63.
10. Albertson AM, Anderson GH, Crockett SJ, et al. Ready-to-eat cereal consumption: Its relationship with BMI and nutrient intake of children aged 4 to 12 years. *J Am Diet Assoc* 2003; 103(12):1613-19.
11. Kosti RI, Panagiotakos DB, Zampelas A, et al The association between consumption of breakfast cereals and BMI in schoolchildren aged 12-17 years: the VYRONAS study. *Public Health Nutr* 2008; 11(10):1015-21.
12. Rosado JL, MR Montemayor M, García OP, Camaño 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;10 (7):28 doi:10.1186/1475-2891-7-28.
13. Hirschler V, Buzzano K, Erviti A, Ismael N, Silva S Dalamon R. Overweight and lifestyle behaviors of low socioeconomic elementary school children in Buenos Aires. *BMC Pediatrics* 2009; 9:17 doi:10.1186/1471-2431-9-17.
14. Castillo O, Rozowski J, Muñoz X, et al. Ingesta de nutrientes en vegetarianos chilenos. *Rev Chil Nutr* 1998; 25:39-44.
15. Gobierno de Chile, Ministerio de Salud (2011). Norma técnica de evaluación nutricional del niño de 6 a 18 años. <http://www.redsalud.gov.cl/archivos/alimentosynutricion/estrategiaintervencion/NormaEvNut6a18anos.pdf>. Accessed March 15, 2015.
16. National Health and Nutrition Examination Survey. Anthropometry Procedures Manual, January 2004. Retrieved from http://www.cdc.gov/nchs/data/nhanes/nhanes_03_04/BM.pdf. Accessed March 27, 2015.
17. Centers for disease control and prevention. CDC growth charts: United States (2011). http://www.cdc.gov/growthcharts/clinical_charts.htm Accessed March 27, 2015.
18. Morris Noemi UR. Validation of a self-administered instrument to assess stage of adolescent development. *J Youth Adolesc* 1980; 9:271-80.
19. Biro FM, Wien M (). Childhood obesity and adult morbidities. *Am J Clin Nutr* 2010; 91: s1499-s1505.
20. Kain J, Uauy R, Leyton B, et al. Efectividad de una intervención en educación alimentaria y actividad física para prevenir obesidad en escolares de la ciudad de Casablanca, Chile (2003-2004). *Rev Med Chil* 2008; 136: 22-30.
21. Taylor RW, McAuley KA, Barbezat W, et al. APPLE project: 2-y findings of a community-based obesity prevention program in primary school age children. *Am J Clin Nutr* 2007; 86: 735-42.
22. Hunt, Gibson S, Ashwell M. Do regular breakfast cereal consumption help children and adolescents stay slimmer? A systematic review and meta-analysis. *Obesity Facts* 2013; 6:70-85.
23. Kafatos A, Linardakis M, Bertias G, et al. Consumption of ready-to-eat cereals in relation to health and diet indicators among school adolescents in Crete, Greece. *Ann Nutr Metab* 2005; 49: 165-72.
24. Libersona J, Castillo O, Engler V, et al. Nutritional profile of schoolchildren from different socio-economic levels in Santiago, Chile. *Public Health Nutr* 2011; 14: 142-49.
25. Song WO, Chun OK, Kerver J, et al. Ready-to-eat breakfast cereal consumption enhances milk and calcium intake in the US population. *J Am Diet Assoc* 2006; 106: 1783-89.
26. Franko D, Albertson A, Thompson R, et al. Cereal consumption and indicators of cardiovascular risk. *Public Health Nutrition* 2010; 14: 584-590.
27. McNulty H, Eaton-Evans J, Cran G, et al. Nutrient intakes and impact of fortified breakfast cereals in schoolchildren. *Arch Dis Child* 1996; 75(6): 474-81.

28. Ruxton CH, O'Sullivan KR, Kirk TR, et al. The contribution of breakfast to the diets of a sample of 136 primary-schoolchildren in Edinburgh. *Br J Nutr* 1996; 75(3): 419-31.
29. Gibson S. micronutrient intakes, micronutrient status and lipid profiles among young people consuming different amounts of breakfast cereals: further analysis of data from the National Diet and Nutrition Survey of Young People aged 4 to 18 years. *Public Health nutrition* 2003;6(8):815-820.
30. Albertson AM, Affenito SG, Bauserman R, et al. The relationship of ready-to-eat cereal consumption to nutrient intake, blood lipids, and body mass index of children as they age through adolescence. *J Am Diet Assoc* 2009; 109(9):1557-65. doi: 10.1016/j.jada.2009.06.363.



Original/Otros

Comportamiento de la concentración de hemoglobina, el hematocrito y la saturación de oxígeno en una población universitaria en Colombia a diferentes alturas

Andrea Catalina Trompetero González¹, Edgar Cristancho Mejía², William Fernando Benavides Pinzón³, Mauricio Serrato⁴, María Paula Landinéz⁵ y Joel Rojas⁶

¹Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad del Rosario, Bogotá. ²Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. ³Medicina, Universidad del Rosario, Bogotá. ⁴Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. ⁵Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. ⁶Joel A. Rojas. Profesor Unidad Central del Valle (Tuluá). Colombia.

Resumen

Introducción: el desarrollo de la presente investigación se basa en el creciente interés por comprender las adaptaciones a la hipoxia crónica, principalmente en el rango altitudinal denominado de alturas intermedias (1.500-3.000 m.s.n.m), con la necesidad de establecer parámetros de normalidad en las variables [Hb], Hct y SO_2 con fines diagnósticos y de caracterización de la población.

Objetivos: analizar el comportamiento de la [Hb], el Hct y la SO_2 a diferentes alturas intermedias (970 m.s.n.m, 1.520 m.s.n.m, 1.728 m.s.n.m, 1.923 m.s.n.m, 2.180 m.s.n.m y 2.600 m.s.n.m) con el fin de aportar conocimiento sobre la fisiología de la altura y al campo clínico para apoyar el diagnóstico de anemia.

Métodos: sujetos clínicamente sanos, con nivel bajo de actividad física y reporte de consumo de alimentos con contenido de hierro. Total de 264 participantes de ambos géneros entre 18 y 30 años. Las muestras se obtuvieron de sangre de la vena antecubital y del lóbulo de la oreja y fueron analizadas en un radiómetro. Se realizó un análisis estadístico no paramétrico.

Resultados: con el incremento de la altitud los valores de [Hb] y Hct se incrementaron, mientras la SO_2 descendió. Los hombres presentaron valores más altos que las mujeres en [Hb] y Hct, relacionado con valores más bajo de SO_2 que las mujeres.

Discusión: no se evidenció un umbral de las variables, quizás por la pequeña distancia entre las alturas. Los valores reportados fueron similares pero no iguales a otros estudios, lo que podría deberse a la diversidad genética entre poblaciones.

Conclusiones: este estudio permite obtener los primeros valores de caracterización de la población estudiada.

BEHAVIOR OF HEMOGLOBIN CONCENTRATION, HEMATOCRIT AND OXYGEN SATURATION IN COLOMBIAN UNIVERSITY POPULATION AT DIFFERENT ALTITUDES

Abstract

Introduction: the development of this research is based on the growing interest in understanding the adaptations to chronic hypoxia mainly in the range of intermediate altitudes (1500-3000 m.s.n.m) and the need to establish parameters of normality in the variables [Hb], Hct and SO_2 for diagnostic and characterization of the population purposes.

Objective: to analyze the behavior of the [Hb], Hct and SO_2 at different intermediate altitudes (970 m.s.n.m, 1520 m.s.n.m, 1728 m.s.n.m, 1923 m.s.n.m, 2180 m.s.n.m and 2600 m.s.n.m) in order to contribute to the knowledge of the high altitude physiology and the clinical field to support the diagnosis of anemia.

Methods: clinically healthy subjects with low levels of physical activity and food consumption report containing iron. Total of 264 participants of both genders between 18 and 30 years. The blood samples were collected from the antecubital vein and the earlobe and analyzed in a radiometer. A non-parametric statistical analysis was performed.

Results: with increasing of altitude, [Hb] and Hct values were increased while the SO_2 decreased. Men showed higher values than women in [Hb] and Hct, related to lower values of SO_2 than women.

Discussion: a threshold variable was not found, perhaps because of the small distance between the altitudes. The values reported were similar but not identical to other studies. This difference could be explained by genetic diversity among populations.

Conclusions: this study allows for the first values of characterization of the study population. All altitudes

Correspondencia: Andrea Catalina Trompetero González.
Carrera 24 N.º 63C-69, Edificio Administrativo, Fisioterapia.
Bogotá, Colombia.
E-mail: andrea.trompetero@urosario.edu.co,
actrompeterog@gmail.com

Recibido: 3-VIII-2015.
Aceptado: 17-VIII-2015.

Todas las alturas estuvieron por encima del punto de corte para el diagnóstico de anemia ([Hb] 12 g/dl).

(Nutr Hosp. 2015;32:2309-2318)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9711

Palabras clave: *Altitud. Aclimatación. Hemoglobina. Hematocrito. Monitores de gas sanguíneo transcutáneo. Oximetría. (DeCS).*

Abreviaturas

[Hb]: Concentración de hemoglobina (g/dL).

Hct: Hematocrito (%).

SaO₂: Saturación arterial de oxígeno (%).

Introducción

En el estudio de las respuestas y adaptaciones del organismo a la altura, las variables hemoglobina (Hb), hemotocrito (Hct) y saturación arterial de oxígeno (SaO₂) han sido investigadas a diferentes alturas, principalmente a nivel del mar y a alturas por encima de los 2600 m.s.n.m.¹⁻⁴, debido a su gran contribución en el estudio y comprensión del aporte de oxígeno hacia los tejidos con disminución de la presión barométrica a medida que se asciende en altitud⁴⁻⁹.

La disminución en la presión barométrica causa un descenso en la presión parcial del oxígeno generando hipoxia¹⁰. Ante estos cambios el organismo activa sistemas de compensación para mantener la homeostasis, como por ejemplo incrementar la concentración de hemoglobina [Hb] y el hematocrito (Hct)^{1,2,11}. Estas respuestas varían de acuerdo al tiempo de exposición a la hipoxia ambiental, clasificándose en respuestas agudas a crónicas¹².

Además de su contribución a la aclimatación a la altura, la [Hb] y el Hct son considerados criterio diagnóstico de anemia^{13,14}. La más común es la anemia por deficiencia de hierro que es considerada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como el mayor desorden nutricional en todo el mundo¹⁵. La OMS, estableció unos límites para diagnosticar la anemia y su severidad. Así, la anemia leve puede variar de 11g/dl a 10g/dl en hombres y mujeres respectivamente, y la anemia grave en valores menores a 8 g/dl en ambos géneros. Estos datos se publicaron en 1968 y actualizados 1989, pero aún siguen vigentes¹⁶. Por su parte, la encuesta nacional de la situación nutricional en Colombia en el 2010 refiere el punto de corte en 12 g/dl según datos de la OMS^{13,14,16}. Estos valores sin embargo no son diferenciados por alturas y se aplican para toda la población independiente de su lugar de residencia con respecto al nivel del mar. Los valores promedio pueden variar entre poblaciones que aunque residen a la misma altura presentan diferentes concentraciones de Hb y Hct, como es el caso de la población tibetana y andina (Bolivia)¹⁷⁻²⁰. Estas diferencias podrían generar

were above the cutoff for the diagnosis of anemia ([Hb] 12 g/dl).

(Nutr Hosp. 2015;32:2309-2318)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9711

Key words: *Altitude. Acclimatization/physiology. Hemoglobine. Hematocrit. Blood gas monitoring. Transcutaneous. Oxymetry. (MeSH).*

errores en el diagnóstico de anemia donde probablemente ocurrió aclimatación o adaptación a la altura.

Niermeyer., et al.²¹ refieren que en el mundo aproximadamente 140 millones de personas residen a grandes alturas (elevaciones por encima de 2500 m.s.n.m.), y uno de los países con mayor número de residentes a estas alturas es Colombia. Allí, el 70% de la población reside entre los 1500 m.s.n.m y 3000 m.s.n.m., rango conocido como altura intermedia²².

Al revisar la literatura se ha encontrado pocas referencias de [Hb], Hct y SaO₂ en el rango de alturas intermedias (1500 m.s.n.m a 3000 m.s.n.m). En Colombia, Restrepo et al.²³, reportaron valores de estas variables a diferentes alturas sobre el nivel del mar en el departamento de Antioquia, sin embargo no se han encontrado datos actualizados en población de la región Andina de Colombia^{24,25}.

Por lo tanto el objetivo de la presente investigación:

Objetivo

Analizar el comportamiento de la [Hb], el Hct y la SaO₂ a diferentes alturas intermedias (970 m.s.n.m, 1520 m.s.n.m, 1728 m.s.n.m, 1923 m.s.n.m, 2180 m.s.n.m y 2600 m.s.n.m.) en población universitaria colombiana con el fin de determinar el grado de variación de estos parámetros, para generar aplicabilidad en el ámbito clínico y facilitar el diagnóstico de anemia, pero también en el campo deportivo por los beneficios de establecer una altura específica donde las selecciones deportivas puedan llevar a cabo estaciones de entrenamiento en la altura.

Objetivos específicos

Obtener valores de referencia de [Hb], Hct y SO₂ en sujetos saludables entre los 18 y 30 años de edad residentes a 970 m.s.n.m, 1520 m.s.n.m, 1728 m.s.n.m, 1923 m.s.n.m, 2180 m.s.n.m y 2600 m.s.n.m. en Colombia.

Determinar si existen diferencias de género en [Hb], Hct y SO₂ en sujetos saludables entre los 18 y 30 años de edad residentes a 970 m.s.n.m, 1520 m.s.n.m, 1728 m.s.n.m, 1923 m.s.n.m, 2180 m.s.n.m y 2600 m.s.n.m. en Colombia.

Analizar el comportamiento y la relación de la SaO₂ con respecto a la [Hb] y Hct.

Materiales y métodos

Diseño del estudio

Este es un estudio observacional, descriptivo y transversal. Los sujetos participantes fueron adultos saludables de ambos géneros con edades entre 18 y 30 años, nativos o residentes como mínimo desde hace 3 años en uno de los municipios escogidos para la toma de muestras: Túlúa (970 m.s.n.m, San Francisco(1520 m.s.n.m), Fusagasuga (1728 msnm), Choachí (1923 msnm), Pasca (2180 m.s.n.m.) y Soacha (2600 msnm). Los participantes cumplieron con los criterios de inclusión, aceptaron voluntariamente participar en el estudio y firmaron consentimiento informado. Este estudio se desarrolló según la legislación Colombiana de Buenas Prácticas Clínicas (Resolución número 002378 de 2008, Ministerio de la Protección Social, Bogotá, Colombia) y la Declaración de Helsinki, en los cuales se regula la confidencialidad de la identidad de los sujetos, los consentimientos informados, los métodos, aval ético y el bienestar de los individuos y cuenta con el aval del Comité de Ética de la Facultad de Ciencias, de la Universidad Nacional de Colombia.

Participantes

Un total de 475 voluntarios aparentemente sanos acudieron a la convocatoria y completaron el formato de criterios de inclusión; 106 fueron excluidos y 99 individuos decidieron no participar. Durante el proceso de valoración médica y antropométrica 6 sujetos fueron excluidos por los siguientes motivos: vegetarianismo, índice de masa corporal (IMC) superior a 30, mayores a 30 años y practicar deporte. Finalmente, 264 personas (136 mujeres y 128 hombres) cumplieron los criterios de inclusión requeridos: sujetos en edades entre 18 y 30 años de edad, sedentarios según la clasificación del Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ), índice de masa corporal (IMC) entre 18,5 y 29,9, ser residentes en algunos de los municipios durante al menos 3 años consecutivos. Los criterios de exclusión comprendieron diagnóstico de anemia, embarazo, ser altamente activo, ser fumador, ser vegetariano, consumo de suplementos de hierro, pérdida de peso de más de 3kg en el último mes, pérdidas de sangre por hemorragias, enfermedad renal crónica, y viajes intermitentes a otras alturas. Si dentro del examen médico se encontraron signos de enfermedad, el sujeto fue excluido del estudio. Igualmente cuando durante el análisis de las muestras de sangre se encontraron valores de indicio de anemia.

Valoración Médica y Antropométrica

Un médico realizó la historia clínica y el examen por sistemas. La valoración antropométrica fue realizada a través del uso de la báscula (Tanita TB 300 A,

Tokio, Japón) y la talla se midió con una cinta métrica con precisión de 1mm.

Hemoglobina, Hematocrito, SaO₂

Para tomar muestras sanguíneas, el voluntario permaneció sentado y en reposo por 10 min. Se realizó punción con torniquete para obtener 4 ml de sangre de la vena antecubital y fueron recogidas a tubos al vacío con EDTA como anticoagulante.

La concentración de hemoglobina [Hb] y la saturación de hemoglobina arterial (SaO₂) fueron determinadas en analizador de gases ABL 700 (Radiómetro, Copenhagen, Dinamarca) en 75µL de sangre del lóbulo de la oreja. El hematocrito se midió mediante el uso de una microcentrifuga (Indulab, Colombia, Ref. CT1-D, a 5000 rpm por 5 min).

Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS. Se comprobó la distribución normal de los datos en cada uno de los subgrupos a través del test de Shapiro-Wilk. Se encontró que las variables en los subgrupos (alturas) no cumplen el criterio de normalidad con $p < 0,05$. Se realizó un análisis descriptivo de las variables demográficas y antropométricas, medias y errores estándar. Se aplicó la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis y la prueba post-hoc usando el procedimiento de Dunn's (1964) con corrección de Bonferroni para determinar diferencias significativas en las distribuciones de las variables en las seis alturas. Para determinar diferencias significativas entre hombres y mujeres en cada una de las alturas se aplicó el test de U Mann-Whitney. Para hallar la correlación entre las variables se utilizó la correlación de Spearman.

Resultados

Todos los valores fueron comparados contra 2600 m como altura de referencia a menos de que se indique algo distinto.

En las mujeres se evidenció diferencias estadísticamente significativas en las variables edad, IMC y porcentaje graso entre los seis municipios (Kruskal Wallis, $p < 0,05$). Las mujeres residentes a 1923 m.s.n.m son las menores de edad y presentan el valor más bajo de IMC. Por su parte, las mujeres residentes a 1728 m.s.n.m. poseen el porcentaje graso más alto. No se encontraron diferencias significativas en talla y peso (Kruskal-Wallis, $p > 0,05$, tabla I). En los hombres se evidenció diferencias estadísticamente significativas en las variables edad y porcentaje de grasa (Kruskal-Wallis, $p < 0,01$) entre los seis municipios. Las pruebas post-hoc revelaron que los hombres más jóvenes son los residentes a 1520 m.s.n.m. y a 1923 m.s.n.m y los que presentan

mayor valor de porcentaje grasa son los residentes a 970 m.s.n.m. (Tablas I y II).

Concentración de hemoglobina [Hb]

En las mujeres el promedio de la [Hb] fue más bajo a 1728 m.s.n.m y más alto a 1923 m.s.n.m. La prue-

ba de Kruskal- Wallis ($p<0,01$) confirmó el efecto de la altura y las comparaciones pareadas mostraron una diferencia significativa entre los 970 m.s.n.m, 1728 m.s.n.m, 2180 m.s.n.m ($p<0,01$, tabla III). La correlación entre la [Hb] y la altura fue positiva y significativa ($\rho=0,3$ $p=0,01$). La ecuación de la recta muestra que por el cambio en la altitud en 1 m la [Hb] incrementa en 0,0005 g/dl.

Tabla I
Datos antropométricos de las mujeres

Altura m.s.n.m		Edad (años)	Talla (cm)	Peso (Kg)	IMC (kg/m ²)	Grasa (%)	N
970	M	23,4± 0,1 (20,9-25,0)	160,3± 1,5 (156,9-163,6)	57,3± 2,0 (52,9-61,7)	23,1± 0,6 (20,8-23,5)	21,6± 0,6 (20,1-23,0)	16
1520	M	20,7± 1,4 ^a (17,4-24,0)	158,3± 1,7 (154,4-162,1)	58,5± 3,3 (50,9-66,1)	23,2± 1,0 (20,9-25,6)	24,6± 2,1 (19,7-29,6)	10
1728	M	22,6± 0,7 (21,2-24,1)	157,3± 0,9 (155,3-159,4)	52,6± 1,4 (49,5-55,6)	21,2± 0,6 (20,0-22,5)	20,9± 1,2 ^a (18,2-23,6)	23
1923	M	18,8± 0,2 ^{aa} (18,4-19,3)	157,5± 1,5 (154,3-160,7)	51,4± 1,5 (48,0-54,7)	20,7± 0,6 ^a (19,3-22,2)	20,0± 1,7 (16,2-23,8)	18
2180	M	19,8± 0,8 ^{aa} (18,0-21,6)	156,6± 1,1 (154,1-159,0)	57,4± 1,9 (53,4-61,4)	23,4± 0,7 (21,8-25,0)	26,0± 1,6 (22,6-29,4)	21
2600	M	23,2± 0,5 (22,2-24,3)	158,2± 0,6 (156,8-159,5)	56,2± 1,1 (53,8-58,6)	22,4± 0,4 (21,5-23,3)	23,8± 0,8 (22,0-25,5)	48
M	M	bb			b	b	

Medias ± SE (Error estándar) de valores antropométricos en hombres y mujeres de distintas alturas. IC (Intervalo de confianza al 95, cifra inferior de cada celda). IMC: Índice de masa corporal. KW: Kruskal-Wallis (última fila) para efecto de la altura con $p<0,05$ (b) y $p<0,01$ (bb). Se señalan diferencias estadísticamente significativas de acuerdo al resultado de las comparaciones múltiples usando el procedimiento de Dunn (1964) y la corrección de Bonferroni para esta prueba. ^a $p<0,05$ y ^{aa} $p<0,01$. Las pruebas pareadas tienen como altura de referencia 2600 m.s.n.m.

Tabla II
Datos antropométricos de los hombres

Altura m.s.n.m		Edad (años)	Talla (cm)	Peso (Kg)	IMC (kg/m ²)	Grasa (%)	N
970	H	23,2± 1,0 (21,0-25,5)	174,3± 1,1 (171,8-176,8)	69,5± 2,5 (64,2-74,8)	22,8± 0,6 (21,3-24,2)	15,7± 0,6 ^{aa} (14,3-17,1)	17
1520	H	18,8± 0,1 ^{aa} (18,4-19,2)	169,2± 2,2 (163,9-174,4)	59,4± 1,1 (56,6-62,1)	20,7± 0,3 (19,8-21,6)	9,8± 0,8 (8,0-11,7)	9
1728	H	21,5± 0,6 (20,1-22,9)	172,0± 1,5 (168,8-175,3)	66,7± 2,6 (61,1-72,3)	22,4± 0,7 (20,9-23,9)	13,7± 1,2 (11,0-16,3)	24
1923	H	19,8± 0,6 ^a (18,3-21,3)	168,2± 1,8 (164,3-172,1)	58,1± 1,6 (54,6-61,7)	20,5± 0,5 (19,3-21,8)	10,1± 1,0 (7,8-12,3)	14
2180	H	20,1± 0,6 (18,8-21,4)	169,3± 1,1 (166,7-171,9)	62,6± 2,2 (57,6-67,6)	21,8± 0,6 (20,4-23,1)	12,9± 1,2 (10,1-15,6)	12
2600	H	22,2± 0,4 (21,2-23,1)	171,4± 0,6 (170,0-172,8)	63,8± 1,1 (61,5-66,2)	21,8± 0,3 (21,1-22,6)	12,5± 0,6 (11,2-13,8)	52
KW	H	bb				bb	

Medias ± SE (Error estándar) de valores antropométricos en hombres y mujeres de distintas alturas. IC (Intervalo de confianza al 95, cifra inferior de cada celda). IMC: Índice de masa corporal. KW: Kruskal-Wallis (última fila) para efecto de la altura con $p<0,05$ (b) y $p<0,01$ (bb). Se señalan diferencias estadísticamente significativas de acuerdo al resultado de las comparaciones múltiples usando el procedimiento de Dunn (1964) y la corrección de Bonferroni para esta prueba. ^a $p<0,05$ y ^{aa} $p<0,01$. Las pruebas pareadas tienen como altura de referencia 2600 m.s.n.m.

En los hombres el promedio de la [Hb] fue más bajo a 1728 m.s.n.m y más alto a 1923 m.s.n.m. y 2600 m.s.n.m. Entre las seis alturas existe un efecto de la altura (Kruskal- Wallis, $p<0,01$); las comparaciones

pareadas mostraron una diferencia significativa entre los 1728 m.s.n.m y 2600 m.s.n.m y entre 2180 m.s.n.m y 2600 m.s.n.m ($p<0,01$, tabla IV). Existe una correlación positiva y significativa entre la [Hb] y la altu-

Tabla III
Datos de las variables Hematocrito (Hct), concentración de hemoglobina [Hb]
y saturación de oxígeno (SO_2) en las mujeres

Altura m.s.n.m	n	Mujeres		
		Hct (%)	[Hb] (g/dl)	SaO ₂ (%)
970	16	41,5± 0,5 ^{aa} (40,3-42,6)	14,2± 0,2 ^{aa} (13,7-14,6)	96,4± 0,3 ^{aa} (95,7-97,1)
1520	10	43,1± 0,4 (42,0-44,1)	14,7± 0,2 (14,0-15,3)	95,6± 0,2 (94,9-96,2)
1728	23	40,5± 0,5 ^{aa} (39,3-41,7)	13,4± 0,2 ^{aa} (12,9-13,8)	96,1± 0,2 ^{aa} (95,6-96,6)
1923	18	44,5± 0,5 (43,3-45,7)	15,1± 0,1 (14,7-15,5)	96,0± 0,1 ^{aa} (95,6-96,3)
2180	21	41,7± 0,4 ^a (40,7-42,7)	13,8± 0,1 ^{aa} (13,5-14,1)	95,4± 0,2 (94,9-95,9)
2600	48	43,2± 0,3 (42,4-44,0)	14,9± 0,1 (14,6-15,2)	94,4± 0,1 (94,1-94,8)
Kruskal Wallis		b	b	b

Medias ± SE (Error estándar). IC (Intervalo de confianza al 95, cifra inferior de cada celda). Datos de las variables saturación de oxígeno (SO_2), Hematocrito (Hct), concentración de hemoglobina [Hb] en mujeres. Kruskal – Wallis (última fila) para efecto de la altura con un $p<0,01$ (b). Se señalan diferencias estadísticamente significativas de acuerdo al resultado de las comparaciones múltiples usando el procedimiento de Dunn y la corrección de Bonferroni con ^a $p<0,05$ y ^{aa} $p<0,01$. Las pruebas pareadas tienen como altura de referencia 2600 m.s.n.m.

Tabla IV
Datos de las variables Hematocrito (Hct), concentración de hemoglobina [Hb]
y saturación de oxígeno (SO_2) en los hombres

Altura m.s.n.m	n	Hombres		
		Hct (%)	[Hb] (g/dl)	SaO ₂ (%)
970	17	45,7± 0,7 ^{aa} (44,2-47,2)	16,0± 0,3 (15,2-16,8)	94,8± 0,2 (94,1-95,4)
1520	9	47,8± 1,0 (45,5-50,1)	16,7± 0,2 (16,2-17,2)	95,5 ± 0,2 ^{aa} (94,9-96,1)
1728	24	45,9± 0,6 ^{aa} (44,6-47,2)	14,5± 0,6 ^{aa} (13,2-15,8)	95,7± 0,2 ^{aa} (95,3-96,2)
1923	14	49,8± 0,4 (48,9-50,8)	17,5± 0,2 (17,1-18,0)	95,1± 0,3 ^{aa} (94,3-95,8)
2180	12	46,0± 0,8 ^{aa} (44,1-47,9)	15,4± 0,2 ^{aa} (14,9-15,9)	95,2± 0,3 ^{aa} (94,6-95,9)
2600	52	49,2± 0,4 (48,4-50,0)	17,1± 0,1 (16,8-17,4)	93,6± 0,1 (93,2-94,0)

Medias ± SE (Error estándar). IC (Intervalo de confianza al 95, cifra inferior de cada celda). Datos de las variables saturación de oxígeno (SO_2), Hematocrito (Hct), concentración de hemoglobina [Hb] en hombres. Kruskal – Wallis (última fila) para efecto de la altura con un $p<0,01$ (b). Se señalan diferencias estadísticamente significativas de acuerdo al resultado de las comparaciones múltiples usando el procedimiento de Dunn y la corrección de Bonferroni con ^a $p<0,05$ y ^{aa} $p<0,01$. Las pruebas pareadas tienen como altura de referencia 2600 m.s.n.m.

ra ($\rho=0,3$, $p=0,01$). La ecuación de la recta muestra que por cambio de altura en 1m, la [Hb] aumenta en 0,0009g/dL.

Hematocrito (Hct)

En las mujeres los resultados del Hct fueron estadísticamente diferentes en las seis alturas ($p<0,01$, Kruskal-Wallis). El promedio de Hct fue más alto a 1923 m.s.n.m y más bajo a 1728 m.s.n.m. Hubo diferencias significativas entre los 1728 m.s.n.m y 2600 m.s.n.m y entre los 2180 m.s.n.m y 2600 m.s.n.m ($p<0,01$, tabla III). La correlación entre el Hct y la altura fue positiva, ($\rho=0,2$, $p=0,01$). De otro lado, la ecuación de la recta indica que por cambio en 1 m en la altitud el Hct tiene una tendencia a incrementarse en 0,001 %.

En los hombres el Hct fue diferente estadísticamente en las seis alturas ($p<0,01$, Kruskal-Wallis). El promedio del Hct fue más alto a 1923 m.s.n.m y más bajo a 970 m.s.n.m. Las diferencias significativas se ubicaron entre los 970 m.s.n.m, 1728 m.s.n.m, 2180 m.s.n.m y 2600 m.s.n.m ($p<0,01$, tabla IV). La correlación entre el Hct y la altura fue positiva ($\rho=0,4$, $p=0,01$). Por otro lado, la ecuación de la recta señala que el cambio de la altura en un metro es acompañado por un incremento del Hct en 0,002 %. La correlación entre el Hct y la [Hb] fue positiva en ambos géneros ($\rho=0,7$, $p=0,01$). La ecuación de la recta señala que por cada g/dL de Hemoglobina, el Hct aumenta en 0,32% en mujeres y 0,91% en hombres. Los hombres presentaron valores más altos en la [Hb] y el Hct en cada uno de los municipios con diferencias significativas ($p<0,01$, U Mann Whitney).

Saturación de Oxígeno (SaO₂)

La SaO₂ fue más baja a 2600 m.s.n.m. tanto en hombres como en mujeres. En ambos géneros los niveles de SaO₂ fueron estadísticamente diferentes entre las seis alturas ($p<0,01$, Kruskal-Wallis). Se evidenció diferencias significativas entre los 1728 m.s.n.m, 1923 m.s.n.m y los 2600 m.s.n.m en ambos géneros (Tablas III y IV). La correlación entre la SaO₂ y la altura fue negativa en ambos géneros, ($\rho= -0,5$ mujeres, $\rho=0,4$ hombres, $p=0,01$). De otro lado, la ecuación de la recta indica que por el cambio de altitud en 1m la SaO₂ desciende en 0,001 % en ambos géneros.

A medida que SaO₂ aumenta el Hct disminuye en ambos géneros ($\rho=-0,2$, $p=0,01$). La ecuación de la recta muestra que con el aumento en una unidad porcentual de saturación, el Hct disminuye en 0,09% en mujeres y 0,08% en hombres. La correlación entre SaO₂ y hemoglobina fue negativa en ambos sexos ($\rho= -0,2$, $p<0,01$). La ecuación de la recta muestra que el aumento en una unidad porcentual de la satu-

ración la [Hb] disminuye en 0,10g/dl en mujeres y 0,20g/dl en hombres.

Las mujeres presentaron valores significativamente mayores que los hombres en SaO₂ en cuatro alturas ($p<0,05$) y no hubo diferencias de género a 1520 m.s.n.m y 2180 m.s.n.m. En la tabla III se compara la SaO₂ entre las mujeres en las diferentes fases del ciclo menstrual: luteal (n=50), folicular (n=44) y las que informaron estar en los días de la menstruación (n=8). Se excluyó a las mujeres que refirieron el uso de anticonceptivos hormonales (n=34). No se encontraron diferencias significativas entre las fases folicular, luteal y menstruación en ninguna de las seis alturas. Sin embargo, las mujeres que afirmaron tener la menstruación tuvieron datos de saturación más bajos pero no significativos.

Al comparar cada fase entre cada una de las alturas se encontraron diferencias significativas (Kruskal-Wallis, $p<0,05$). En la fase folicular las diferencias se presentaron entre 2600 m.s.n.m y 970 m.s.n.m, 1728 m.s.n.m, 1923 m.s.n.m (post-hoc, $p<0,01$) y en la fase luteal entre 2600 m.s.n.m y 970 m.s.n.m, 1520 m.s.n.m (post-hoc, $p<0,05$).

Discusión

El desarrollo de la presente investigación se basa en el creciente interés en comprender las adaptaciones a la hipoxia crónica principalmente en el rango altitudinal denominado de alturas intermedias (1500-3000 m.s.n.m) y con la necesidad de establecer parámetros de normalidad en las variables estudiadas con fines diagnósticos y de caracterización de la población. Luego de una revisión sistemática de la literatura se ha encontrado poca evidencia de estudios que evalúen la respuesta de las variables seleccionadas en esta investigación en las alturas seleccionadas. Por lo tanto, este sería el segundo estudio en Colombia que observa el comportamiento de las variables [Hb] y Hct dentro del rango altitudinal entre 1728 m.s.n.m y 2600 m.s.n.m ante la hipoxia crónica ambiental.

La tendencia de la [Hb] y del Hct en las mujeres y en los hombres fue de ascenso a medida que se incrementó la altura, sin embargo se aprecia un descenso de los valores de la media a 1728 m.s.n.m y a 2180 m.s.n.m. En ambos géneros el valor más alto de Hct y [Hb] estuvo a los 1923 m.s.n, pero muy cercanos a los valores a 2600 m.s.n.m. Por esta razón no se evidencia un patrón determinado de ascenso ni un umbral en las variables, lo que puede deberse a la pequeña separación de las alturas entre algunos municipios. De otro lado, para la variable quizás no exista un umbral, sino un cambio discreto a medida que cambia la altura.

En los hombres la [Hb] y el Hct se incrementan en mayor proporción que en las mujeres. Este comportamiento podría estar relacionado con el estímulo hormonal de la progesterona y el estradiol en las mujeres que estimula la ventilación permitiendo a las mujeres una disminución de la SaO₂ con la altura en menor gra-

do que en los hombres, en quienes no está presente el estímulo hormonal como factor protector^{2,26,27}. Una disminución menor de la saturación se corresponde con una menor estimulación de la eritropoyesis generando consecuentemente menores valores de [Hb] y de Hct.

El efecto protector de las hormonas sexuales femeninas sobre la saturación se puede apreciar claramente en las mujeres post menopáusicas quienes presentan una disminución significativa de la saturación, con un consecuente incremento en el Hct y la masa de hemoglobina. La interrupción en la secreción de progesterona y estradiol en la menopausia se acompaña de un aumento en la concentración de la hormona testosterona, que tiene una actividad eritropoyética, por lo cual las mujeres postmenopáusicas presentan concentraciones [Hb] y niveles de Hct similares a los hombres^{2,27,28}.

Los niveles de [Hb] y Hct en mujeres y hombres fueron más bajos que los obtenidos en alturas similares en población colombiana en la región antioqueña²³, pero se observa el mismo patrón de ascenso de la [Hb] con la altura. Las pequeñas diferencias pueden deberse a la ubicación geográfica y/o a la etnia, ya que los habitantes de Antioquia descienden de los Quimbayas, los Nutabes y los Tahamíes²⁹, mientras en el departamento de Cundinamarca la comunidad indígena que habitó esta región fueron los Muiscas, de los que se conoce que llegaron a la altura intermedia hace aproximadamente 10000 a 14000 años^{30,31}.

Los municipios Fusagasugá y Pasca, ubicados a 1728 m.s.n.m y 2180 m.s.n.m. respectivamente, presentaron valores muy similares en las variables y se encuentran ubicados geográficamente muy cercanos (20 aprox. min.). Igual tendencia se registra en las alturas de 1923 m.s.n.m y 2600 m.s.n.m (Choachí y Soacha). Por lo tanto, esta variación de las variables podría

deberse a factores genéticos y al desarrollo de adaptaciones genéticas de grupos familiares residentes en el occidente y sur del departamento de Cundinamarca.

Esta hipótesis sustentable igualmente por los cuatro estudios recientes en población colombiana a través del análisis del ADN mitocondrial, del cromosoma Y y del complejo mayor de histocompatibilidad dónde se reporta que en Colombia existe una gran diversidad y heterogeneidad genética^{32,33,34,35}. Esta gran variedad se debe a que en los movimientos migratorios, Colombia era un paso obligado hacia el sur del continente. La población actual descende en un gran porcentaje de la mezcla entre españoles y amerindios (86,1%), de africanos (10,5%) y el menor porcentaje corresponde a los amerindios puros (~3,4%)³³. En otros estudios realizados a 2600 m.s.n.m en la misma región dónde se realizó este estudio, los valores fueron similares a los obtenidos en esta investigación^{1,2,11,36,37}.

El estudio de Gonzalez & Tapia²⁷ en mujeres adultas del nivel del mar, de 2327 m.s.n.m y de 4540 m.s.n.m. encontraron un incremento significativo del Hct a partir de los 2327 m.s.n.m. por encima de lo hallado en el presente estudio. Gahutu⁴ investigó el comportamiento del Hct y la [Hb] en estudiantes africanos a 1768 m.s.n.m, en tanto que Shrivastava³⁸, lo hizo en adultos sanos residentes en el Himalaya a 695 m.s.n.m, 1676 m.s.n.m, 2003 m.s.n.m y 2118 m.s.n.m. Los dos autores reportaron valores similares en estas variables a los obtenidos en esta investigación. Crapo et al³⁹, registraron a 1400 m.s.n.m en hombres y mujeres valores de [Hb] de 14.7 g/dl y 12.7 g/dl respectivamente. En el presente estudio, los valores a 1520 m.s.n.m fueron 2,0 g/dl más altos en ambos sexos.

Estas diferencias poblacionales claramente muestran la necesidad de obtener rangos de variación para

Tabla V
Datos saturación de oxígeno en la fase luteal, folicular y menstruación

Altura (m.s.n.m)	n	Fase Folicular	n	Fase Luteal	n	Menstruación
970	3	96,1±0,9 ^a (91,9±100,2)	6	96,9±0,3 ^a (96,7±97,8)	1	97,7
1520	4	95,5±0,3 (94,3±96,7)	3	96,5±0,2 ^a (95,3±97,6)	2	94,9±0,4 (89,8±100)
1728	11	96,1±0,2 ^a (95,6±96,7)	6	95,6±0,6 (94,0±97,3)	0	0
1923	8	96,0±0,2 ^a (95,5±96,6)	9	95,2±0,3 (95,2±96,6)	0	0
2180	7	95,2±0,4 (94,0±96,4)	9	95,7±0,2 (95,1±96,4)	0	0
2600	11	94,2±0,4 (93,3±95,2)	17	94,8±0,2 (94,2±95,4)	5	93,6±0,4 (92,4±94,8)
KW		b		B		

Medias ± SE (Error estándar) de SaO₂ según la fase del ciclo menstrual. IC (Intervalo de confianza al 95, cifra inferior de cada celda). Kruskal-Wallis última fila para efecto de la altura con p<0,05(b). Se señalan diferencias estadísticamente significativas respecto a la fase luteal (procedimiento de Dunn 1964) con corrección de Bonferroni *p<0,01.

alturas específicas debido a la intervención de factores genéticos o de evolución según el tiempo de permanencia en la altura de una población determinada. Los tibetanos y etíopes han colonizado la altura por mayor tiempo que los andinos, sin embargo esto no ha llevado a la elevación de los valores sanguíneos como se ha registrado en los andinos^{6,18,40}.

En las alturas de 1728 m.s.n.m y 1923 m.s.n.m la presión barométrica es de 626 mmHg y 610 mmHg respectivamente ⁴¹que se relacionan con una PaO_2 de 71-67 mmHg, punto en el cual la concomitante disminución en la saturación, genera un aumento en la masa de glóbulos rojos (Weil., et al⁴².) Sin embargo, no se encontraron en el presente estudio cambios significativos a esta presión barométrica en el Hct y en la [Hb] que coincidieran con el estudio referido. La falta de relación de estas variables con la presión barométrica puede indicar que la regulación de los cambios hematológicos es independiente de pequeños cambios de la presión barométrica. El trabajo de Weil et al⁴², es pionero en el estudio de la variación de los parámetros hematológicos con la altura, sin embargo su estudio presenta debilidades metodológicas: los valores promedio no se discriminan por sexos y provienen de un rango de edad muy amplio (27-63). Una revisión del tratamiento estadístico hecho en ese artículo, nos muestra que los datos no cumplieron los requerimientos estadísticos para una regresión lineal. En virtud a estas fallas, nuestros datos no pueden ser entendidos en los términos analizados en 1968.

El comportamiento de la SAO_2 fue decreciente con el incremento de la altitud tanto en los hombres como en las mujeres. Esta situación ha sido reportada anteriormente por varios autores^{1,6,31,43,44}, lo que se relaciona con la disminución de la presión atmosférica. No se evidenció un umbral para la SAO_2 ya que los valores entre cada altura son muy similares lo que podría deberse al pequeño rango altitudinal entre algunos municipios. Los hombres presentaron con la altura un descenso de la saturación mayor que las mujeres. La desaturación de la sangre en menor magnitud en las mujeres podría evidenciar un efecto protector en la altura como causa de la hiperventilación dependiente de la secreción hormonal.

No se evidenció un patrón de comportamiento de la saturación entre la fase folicular y la fase luteal, a pesar de lo esperado en relación a que durante la fase luteal existe un incremento de la progesterona, que actúa como un potente estimulador de la ventilación manteniendo la SO_2 en niveles mayores. Dos factores pueden explicar esta tendencia. En primer lugar quizás el tamaño de la muestra no permite evidenciar diferencias estadísticas. De otro lado, los estrógenos también ejercen un efecto ventilatorio durante la fase folicular² por lo cual, es posible que no se aprecien diferencias significativas en la SO_2 en las mujeres en las diferentes fases.

Reeves et al⁴⁵, tampoco encontraron diferencias en la saturación en mujeres en las dos fases del ciclo en exposición a una altura de 4,300 m.s.n.m por 11 días,

sin embargo las mujeres fueron sus propios controles y la exposición a la altura fue aguda y por un por un tiempo menor, por lo cual no se podría comparar sus resultados con los obtenidos por este estudio donde se compararon mujeres diferentes en cada altura. Por lo tanto, faltan más estudios que indaguen el efecto del ciclo menstrual en residentes a diferentes rangos altitudinales, ya que la variabilidad biológica podría estar ocultando tendencias en el comportamiento de la SAO_2 .

Nuestros valores de SAO_2 a 2600 m.s.n.m son similares a los reportados por otros autores a esta misma altura^{2,11,43,46,47,48,49}. En las alturas de 2180 m.s.n.m, 1923 m.s.n.m y 1728 m.s.n.m no hemos encontrado aun reportes, situación reportada también por Rojas³¹. Crapo et al³⁹ reportaron datos de SAO_2 a 1400 m.s.n.m en hombres similares a nuestro reporte de 1728 m.s.n.m. Por otro lado Weil et al⁴², encontraron en hombres expuestos a 1600 m.s.n.m valores de SAO_2 más bajos que los encontrados a 1728 m.s.n.m. De esta manera brindan la primera referencia de SAO_2 en las alturas mencionadas anteriormente.

Por otro lado, los valores obtenidos en las seis alturas estuvieron por encima del punto de corte para diagnosticar anemia (12g/dl)^{13,14,16}. La altura con valores más cercanos fue a los 1728 m.s.n.m con valores en las mujeres de 13,4 g/dl. Los valores de las seis alturas se asemejan a el promedio obtenido en la encuesta ENSIN de 14,2 g/dL en las mujeres^{13,14}.

Conclusiones

Esta investigación permite obtener valores de referencia en [Hb], Hct y la SO_2 para la población de estudio, a la vez que son un primer acercamiento para obtener valores de la población colombiana de la región andina en el rango de las alturas intermedias. Igualmente, aportan al conocimiento de la fisiología y a la clínica apoyando el diagnóstico de diferencias de anemia en los sujetos de estudio.

El Hct y la [Hb] presentan un incremento con el ascenso en la altitud en ambos géneros y según los datos de referencia de la OMS, todas las alturas estuvieron por encima del punto de corte para el diagnóstico de anemia([Hb] 12 g/dl). Igualmente, el patrón de ascenso con la altura de las variables es similar a lo observado en población tibetana y andina. Los hombres presentan un incremento mayor que las mujeres en la [Hb] y el Hct.

La saturación tuvo un comportamiento de descenso a medida que se incrementó la altura acompañada de un incremento de la [Hb] y el Hct. Los hombres presentaron niveles más bajos de saturación que las mujeres.

Conflicto de intereses

Ninguno declarado por los autores.

Financiación

Este proyecto recibió financiación por parte del Departamento Administrativo de Ciencia y Tecnología “Colciencias” en la convocatoria 521, código: 110152128674.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a Colciencias por la financiación del proyecto a través de la convocatoria 521, código: 110152128674. También, agradecen a las instituciones educativas Universidad de Cundinamarca sede Soacha y Fusagasugá, Sena en Chocachí, Institución Educativa Escuela “Normal Superior de Pasca”, “Institución Educativa Departamental “Adolfo León Gómez”, Pasca e Institución educativa república de Francia, San Francisco. Finalmente, agradecen a todos los voluntarios que hicieron posible este proyecto y a la Dra. Angélica Barrera por su colaboración durante todo el proceso de toma de muestras. Agradecimiento a Lohover Duque Sandoval de la Universidad Unidad Central del Valle

Referencias

1. Böning D, Rojas J, Serrato M, Ulloa C, Coy L, Mora, M, et al. Hemoglobin Mass and Peak Oxygen Uptake in Untrained and Trained Residents of Moderate Altitude. *Int J Sports Med* 2001; 22(8): 572-578.
2. Cristancho E, Reyes O, Serrato M, Mora M, Rojas J, Robinson Y, et al. Arterial Oxygen Saturation and Hemoglobin Mass in Postmenopausal Untrained and Trained Altitude Residents. *High Alt Med Biol* 2007; 8(4): 296-306.
3. Restrepo M, Vélez H, Londoño P, Restrepo M. Cifras del hemograma normal. *Ant Méd* 1970; 20:95.
4. Gahutu J. Hematological values at moderate altitude in a low-income population. *IBRR*. 2013; 1(1): 22-28. Disponible en: <http://zenodo.org/record/9738/files/1372652843-Gahutu112013IBRR3530.pdf>.
5. Levett D, Fernandez O, Riley H, Martin D, Mitchell K, Leckstrom C, et al. The role of nitrogen oxides in human adaptation to hypoxia. *Sci Rep* 2011; 109(1): 1-8. Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3219423/>.
6. Rivera M, Huicho L. Hematología en la altura. En Best y Taylor Bases fisiológicas de la práctica médica. Buenos Aires: Médica Panamericana;2010. p. 382-386.
7. Ward M, Milledge J, West J. En High Altitude Medicine and Physiology. Tercera edición. Great Britain. Arnold, a member of the hodder headline group. 2000.p. 2002. Capítulo 17. High Altitude Populations.
8. Ward M, Milledge J, West J. En High Altitude Medicine and Physiology. Tercera edición. Great Britain. Arnold, a member of the hodder headline group. 2000. p. 22-32. Capítulo 2. The Atmosphere.
9. West J. 2. The Atmosphere. En High Altitude And Exploration of Human Adaptation. New York, USA: Marcel Dekker; 2001 (pp. 25-40).
10. Patitucci M, Lugrin D, Pagés G. Angiogenic/lymphangiogenic factors and adaptation to extreme altitudes during an expedition to Mount Everest. *Acta Physiol* 2009; 196(2): 259-265. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1748-1716.2008.01915.x/abstract?deniedAccessCustomisedMessage=&userIsAuthenticated=false>.
11. Schmidt W, Heinicke K, Rojas J, Gomez J, Serrato M, Mora, M, et al. Blood volume and hemoglobin mass in endurance athletes from moderate altitude. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34(12): 1934-1940.
12. Basu C, Banerjee P, Selvamurthy W, Sarybaev A, Mirrakhi-mov M. Acclimatization to High Altitude in the Tien Shan: A comparative Study of Indians and Kyrgyzis. *Wilderness Environ Med*. 2007; 18(2): 106-110. Disponible en: <http://www.bioone.org/doi/abs/10.1580/06-WEME-OR-025R1.1?journalCode=weme>.
13. Ministerio de la Protección Social, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar y colaboradores. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia 2010-ENSIN. Agosto 2011. <http://www.icbf.gov.co/portal/page/portal/PortalICBF/Bienestar/ENSIN1/ENSIN2010/LibroENSIN2010.pdf>.
14. OMS. Concentraciones de hemoglobina para diagnosticar anemia y evaluar su gravedad. Recuperado el 13 de Mayo de 2015. Disponible en: http://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin_es.pdf.
15. OMS. Micronutrient deficiencies. Iron deficiency anaemia. 2015. Disponible en: <http://www.who.int/nutrition/topics/ida/en/>.
16. DeMaeyer EM. Preventing and controlling iron deficiency anaemia through primary health care. Geneva: World Health Organization. 1989.
17. Beall C, Decker M, Brittenham G, Kushner I, Gebremedhin A, Strohl K. An Ethiopian pattern of human adaptation to high-altitude hypoxia. *PNAS*.2002; 99(26): 17215-17218. Disponible en: <http://www.pnas.org/content/99/26/17215.full>.
18. Beall C. Andean, Tibetan, and Ethiopian patterns of adaptation to high-altitude hypoxia. *Integr. Comp. Biol.* 2006; 46(1): 18-24. Disponible en: <http://icb.oxfordjournals.org/content/46/1/18.full>.
19. Beall C. Two routes to function adaptation: Tibetan and Andean High-Altitude Natives. *PNAS*. 2007; 15, Suppl.1: 8655-8660. Disponible en: http://www.pnas.org/content/104/suppl_1/8655.full.pdf.
20. Beall C, Decker M, Brittenham G, Kushner I, Gebremedhin A, Strohl K. An Ethiopian pattern of human adaptation to high-altitude hypoxia. *PNAS*. 2009; 99(26): 17215-17218. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC139295/>.
21. Niermeyer S, Zamudio S, Moore L. The People. En High Altitude An Exploration of Human Adaptation. Seattle, Washington, USA: Marcel Dekker. 2001. p. 43-44.
22. Fukuda T, Maegawa, Matsumoto A, Komatsu Y, Nakajima T, Nagai R, Kawahara T. Effects of Acute hypoxia at Moderate Altitude on Stroke Volume and Cardiac Output During Exercise. *Int Heart J* 2010; 51(3): 170-174.
23. Restrepo M, Vélez H, Londoño P, & Restrepo. M. Cifras del hemograma normal. *Ant Méd* 1970; 20: 95.
24. Estimación y proyección de población nacional, departamental y municipal por sexo, grupos quinquenales de edad y edades simples de 0 a 26 años 1985-2020. DANE, 30 de Junio de 2005. Recuperado el 29 de Marzo de 2012, de DANE: http://www.dane.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=75&Itemid=72.
25. Murad R. Población y Desarrollo. En estudio sobre la distribución espacial de la población en Colombia. Proyecto regional de población Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE),), División de Población de la CEPAL/Fondo de Población de las Naciones Unidas(UNFPA). Santiago de Chile:Naciones Unidas CEPAL. 2003; 48:13
26. Schone R, Robertson H, Pierson D, Peterson A. Respiratory drives and exercise in menstrual cycles of athletic and nonathletic women. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol* 1981; 50(6): 1300-5.
27. Gonzalez G, Tapia V. Hemoglobina, hematocrito y adaptación a la altura: su relación con los cambios hormonales y el período de residencia multigeneracional. *Revista Med* 2007; 15(1): 80-93.
28. Mukundan H, Resta T, Kanagy N. 17B-Estradiol decreases hypoxic induction of erythropoietin gene expresion. *Am J Physiol Regulatory Integrative Comp Physiol* 2002; 283(2): R496-R504.

29. Uribe M. Población Indígena. Revista repertorio histórico academia antioqueña de historia. 1988; 38(251).
30. Sandoval C, De la Hoz A, Yunis E. Estructura genética de la población colombiana. *Rev Med* 1993; 41: 3-14.
31. Rojas J. Aspectos fisiológicos en la adaptación a la hipoxia altitudinal. *Acta Biol Colomb* 2002;7(2): 5-16.
32. Usme-Romero S, Alonso M, Hernandez-Cuervo H, Yunis E, Yunis J. Genetic differences between Chibcha and Non-Chibcha speaking tribes base on mitochondrial DNA (mtDNA) haplogrupos from 21 Amerindian tribes from Colombia. *Genet Mol Biol* 2013; 36(2):149-157.
33. Yunis J, Yunis E. Mitochondrial DNA (mtDNA) haplogroups in 1526 unrelated individuals from 11 Departments of Colombia. *Genet Mol Biol* 2013; 36(3): 329-335.
34. Yunis J, Acevedo L, Campo D, Yunis E. Geno-geographic origin of Y-specific STR haplotypes in a sample of Caucasian-Mestizo and African-descent male individuals from Colombia. *Biomed* 2013; 33: 459-67.
35. Yunis J, Yunis E, Yunis E. MCH Class II haplotypes of Colombian Amerindian tribes. *Genet Mol Biol* 2013; 36(2):158-166.
36. Mora M. Consumo de hierro, masa de hemoglobina y variables hematológicas de mujeres entrenadas y no entrenadas. Tesis para optar por el título de Magíster en Fisiología, Maestría en Fisiología, Bogotá. Universidad Nacional de Colombia; 2003.
37. Restrepo JG. (Gasimetría arterial y alveolar en adultos sanos a nivel de Bogotá. *Acta méd colomb* 1982; 7(6): 461-466.
38. Shrivastava A. Effect of high altitude on haematological parameters. *Indian J Prev Soc Med* 2010;41(1):2
39. Crapo R, Jensen R, Hegewald M, Tashkin D. Arterial blood gas reference values for sea level and an altitude of 1,400 Meters. *A J Respir Crit Care Med* 1999; 160(5 Pt 1): 1525-1531.
40. Beall C. Human adaptability studies at high altitude: research designs and major concepts during fifty years of discovery. *Am J Hum Biol* 2013;25:141-147
41. Benavides.W. *Ubicación altitudinal del umbral hipoxico para la masa total de hemoglobina en poblaciones colombianas*. Tesis como requisito para optar por el título de Magíster en Fisiología, Bogotá. Universidad Nacional de Colombia; 2014.
42. Weil J, Jamieson G, Brown D, Grover R. The Red Cell Mass-Arterial Oxygen. *J Clin Invest*. 1968; 47(7): 1627-1639. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC297320/>.
43. Beall C. Adaptation to altitude: A current assessment. *Annu Rev Anthropol* 2001; 30:423-56
44. Sawka M, Convertino V, Eichner E, Schnieder S, Young A. Blood volume: importance and adaptations to exercise training, environmental stresses, and trauma/sickness. *Med Sci Sports Exer* 2000; 32(2): 332-348.
45. Reeves J, Zamudio S, Dahms T, Asmus I, Braun B, Butterfield G, Moore L. Erythropoiesis in women during 11 days at 4,300m is not affected by menstrual cycle phase. *J Appl Physiol* 2001; 91(6).2579-2586.
46. Acevedo L. Gasimetría arterial en adultos jóvenes a nivel de Bogotá. *Acta Med Col* 1984;9(1): 7-14.
47. Böning D, Cristancho E, Serrat M, Reyes O, Mora M, Coy L, Rojas J. Hemoglobin mass and peak oxygen uptake in untrained and trained female altitude residents. *Int J Sport* 2004; Med, 25(8): 1-9.
48. Durán M. Gasimetría arterial en adultos jóvenes sanos en Bogotá. *Rev Colomb Neumol* 1993; 5(2): 73-7.
49. Hurtado J. Valores normales de gases arteriales en Bogotá. Umbral científico. 2007; 10: 94-102.



Original/Otros

Asociación entre el índice glucémico o la carga glucémica y el grosor de la íntima media en pacientes con alto riesgo cardiovascular: análisis de una submuestra del ensayo PREDIMED

Nuria Goñi Ruiz^{1,2}, Miguel Ángel Martínez González^{2,3,4}, Jordi Salas Salvadó^{4,5}, Pilar Buil Cosiales^{1,3,4}, Javier Díez Espino^{1,3,4}, Eduardo Martínez Vila⁶, Pablo Irimia Sierra⁶, Emilio Ros Rahola^{4,7} y Estefanía Toledo Atucha^{2,3,4}

¹Atención Primaria, Servicio Navarro de Salud, Osasunbidea, Pamplona. ²Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Facultad de Medicina, Universidad de Navarra. ³IdiSNA. Instituto de Investigación Sanitaria de Navarra. ⁴CIBER Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición (CIBEROBN), Instituto de Salud Carlos III, Madrid. ⁵Unidad de Nutrición Humana, Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud, Departamento de Bioquímica y Biotecnología, Universidad Rovira I Virgili, Reus. ⁶Departamento de Neurología, Clínica-Universidad de Navarra, Pamplona. ⁷Servicio de Endocrinología y Nutrición, Institut d'Investigacions Biomèdiques August Pi Sunyer (IDIBAPS), Hospital Clínic (Barcelona), España.

Resumen

Introducción: el grosor de la íntima media carotídea (GIMC) es un conocido marcador de arteriosclerosis precoz y un buen predictor de eventos cardiovasculares futuros. Aunque se ha demostrado que la adhesión a la dieta mediterránea, especialmente si está enriquecida con aceite de oliva virgen extra o frutos secos, tiene efectos beneficiosos sobre los cambios en el GIMC, el papel de los carbohidratos en el desarrollo de la arterioesclerosis sigue siendo controvertido.

Objetivo: valorar la relación entre el índice glucémico (IG) o la carga glucémica (CG) de la dieta y el GIMC en una población asintomática con alto riesgo cardiovascular.

Métodos: en el marco del estudio PREDIMED (Prevención con Dieta Mediterránea), se seleccionaron de manera aleatorizada 187 sujetos del centro PREDIMED-NAVARRA. A estos pacientes asintomáticos, pero con alto riesgo cardiovascular, se les realizó una ecografía carotídea basal para determinar su GIMC, y tras un año en el estudio se les repitió la misma medición. Se usó un cuestionario validado de frecuencia de consumo de alimentos (137 ítems) tanto basal como anualmente para obtener el IG y la CG, que fueron categorizados en cuartiles, tras ser ajustados por energía. Mediante modelos multivariantes (ANCOVA) se estudió la posible asociación entre el IG o la CG de la dieta y el GIMC o su cambio al año.

ASSOCIATION BETWEEN DIETARY GLYCEMIC INDEX AND GLYCEMIC LOAD AND INTIMA MEDIA THICKNESS IN A POPULATION AT HIGH CARDIOVASCULAR RISK: A SUBGROUP ANALYSIS IN THE PREDIMED TRIAL

Abstract

Background: increased carotid intima-media thickness (IMT) is a marker of atherosclerosis and a predictor of future cardiovascular events. Although a beneficial effect of Mediterranean diets, in particular, enhanced with virgin olive oil and nuts, on longitudinal changes in IMT has been reported, the association between carbohydrates and the development of atherosclerosis is still unclear.

Objective: to assess the association between glycemic index (IG) and glycemic load (CG) of the diet and intima media thickness (GIMC) in a population at high cardiovascular risk with no clinical symptoms.

Methods: one hundred eighty seven participants of the PREDIMED-NAVARRA center (PREDIMED means in Spanish "PREvención con DIeta MEDiterránea") were randomly selected to undergo baseline and 1-year measurement of GIMC. Dietary information was collected at baseline and yearly using a validated 137-item food frequency questionnaire. Participants were categorized into four groups of energy-adjusted IG and CG intake. Multivariate analysis models (ANCOVA) were used to study the association between dietary IG and CG and GIMC and its changes.

Correspondencia: Estefanía Toledo Atucha.
Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública.
Facultad de Medicina de la Universidad de Navarra.
Edificio de Investigación, 2.ª planta.
C/ Irunlarrea, 1.
31008 Pamplona (Navarra), España.
Email: etoledo@unav.es

Recibido: 16-VII-2015.
Aceptado: 17-VIII-2015.

Resultados: en la población estudiada no se observó una asociación estadísticamente significativa entre el IG o la CG y el GIMC, ni al inicio ni tras un año de seguimiento.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:2319-2330)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9650

Palabras clave: *Índice glucémico. Carga glucémica. Grosor íntima media carotídea. Dieta mediterránea.*

Results: in our study we found no significant association between IG or CG and GIMC at baseline or after one year.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:2319-2330)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9650

Key words: *Altitude. Glycemic index. Glycemic load. Carotid intima-media thickness. Mediterranean diet.*

Abreviaturas

GIMC: Grosor de íntima-media carotideo.
ECV: Enfermedad cardiovascular.
IG: Índice glucémico.
CG: Carga glucémica.
HC: Hidratos de Carbono.
CI: Cardiopatía isquémica.
IAM: Infarto agudo de miocardio.
ACV: Accidente cerebrovascular.
DM2: Diabetes tipo 2.
FFQ: Cuestionario semi-cuantitativo de frecuencia de consumo de alimentos.
ACC: Arteria carótida común.
FRCV: Factores de riesgo cardiovascular.

Introducción

Se estima que las enfermedades crónicas como las enfermedades cardiovasculares (ECV), la diabetes tipo 2 (DM2), los accidentes cerebrovasculares (ACV) y el cáncer podrían suponer en torno a un 60% de las muertes totales. Se espera que este porcentaje ascienda según las previsiones de la OMS, estimándose que las ECV sigan liderando la lista de las principales causas de muerte en las próximas décadas^{1,2}.

Dado que la arteriosclerosis es la base fisiopatológica de la ECV y es un proceso silente que progresa durante décadas sin producir síntomas, el encontrar marcadores pre-clínicos de arteriosclerosis es fundamental para la detección precoz y la prevención cardiovascular³. La medición ecográfica del grosor de íntima media carotídea (GIMC) ha demostrado ser un buen marcador pre-clínico, ampliamente validado, de daño vascular^{4,5}.

La mayoría de las ECV podrían prevenirse actuando sobre factores de riesgo modificables, especialmente la dieta^{6,7}. En la actualidad, las recomendaciones nutricionales de la FAO y la OMS para prevenir las enfermedades crónicas proponen reducir el contenido de grasas, así como aumentar el contenido de hidratos de carbono (HC) en la dieta^{8,9}. Aunque estas recomendaciones establecen un límite de ingesta de HC y sugieren una cantidad ideal de fibra dietética, no existe ninguna recomendación específica en relación a la calidad de los HC ingeridos.

Tanto la cantidad como la calidad de los HC de la dieta generan diferentes respuestas en la secre-

ción de insulina y la glucemia posprandial. De ahí que Jenkins et al^{10,11}, introdujeran el concepto de índice glucémico (IG), como la respuesta de la carga glucémica e insulinémica a los HC ingeridos en los diferentes alimentos, comparándola con la respuesta de un alimento de referencia (habitualmente pan blanco o glucosa). También se estableció la carga glucémica (CG) como el producto matemático del IG por la cantidad de HC consumidos, estimando por tanto el efecto glucémico total de la dieta. En consecuencia, tanto el IG y la CG serían indicadores del efecto de los alimentos en la respuesta de la glucosa plasmática.

Existen publicaciones que relacionan dietas con bajo IG o baja CG con la prevención de patologías crónicas como la obesidad o la DM2¹²⁻¹⁶. También se ha encontrado relación entre el IG o la CG y la mortalidad global o por ECV¹⁷⁻¹⁹. A pesar de ello, el uso del IG y la CG en la clínica diaria sigue siendo, a día de hoy, motivo de controversia²⁰. Y por otro lado, aunque queda patente la importancia del diagnóstico precoz para la prevención de las ECV, existen muy pocos estudios que hayan estudiado la asociación entre el IG y/o la CG de la dieta y el desarrollo de la arteriosclerosis carotídea temprana.

Objetivos

El objetivo del presente estudio fue analizar la posible asociación entre el IG o la CG de la dieta y el GIMC en una población mediterránea, asintomática, pero con alto riesgo cardiovascular.

Metodología

Diseño del estudio y población de estudio:

El presente estudio se enmarcó dentro del ensayo PREDIMED (PREvención con Dieta MEDiterránea) cuyo objetivo primario fue valorar la eficacia de la dieta mediterránea suplementada con aceite de oliva virgen o con frutos secos, en la prevención primaria de enfermedad cardiovascular en una población con alto riesgo cardiovascular. El diseño del estudio fue un ensayo de campo de prevención primaria, con grupos paralelos, multicéntrico, aleatorizado y controlado (www.predimed.es, <http://www.controlled-trials.com/>)

ISRCTN35739639)^{21,22}. En el estudio PREDIMED participaron 11 centros de reclutamiento ubicados en 8 ciudades españolas.

Los participantes fueron hombres entre 55 y 80 años y mujeres entre 60 y 80 años, sin enfermedad cardiovascular previa documentada (cardiopatía isquémica, infarto agudo de miocardio, ACV o arteriopatía periférica) y que cumplieran al menos uno de los siguientes criterios: DM2 o al menos tres factores de riesgo cardiovascular (tabaquismo, hipertensión arterial, LDL colesterol elevado (≥ 160 mg/dl), HDL bajo (≤ 40 mg/dl en hombres y ≤ 50 mg/dl en mujeres), sobrepeso u obesidad ($IMC \geq 25$ kg/m²) o historia familiar de cardiopatía isquémica precoz). De manera resumida, los criterios de exclusión fueron: antecedentes personales de ECV, enfermedad médica grave que limitase su capacidad de participación, índice de masa corporal (IMC) ≥ 35 kg/m², problemas de alcoholismo o drogadicción, alergias o intolerancias al aceite de oliva o frutos secos, poco interés o dificultad para cambiar hábitos dietéticos, así como factores sociales o personales que pudieran dificultar el seguimiento del participante.

Los participantes fueron asignados al azar a uno de estos tres grupos: dieta mediterránea suplementada con aceite de oliva virgen extra, dieta mediterránea suplementada con frutos secos o grupo control (alimentación baja en grasas). Todos los participantes recibían periódicamente intervenciones individuales o grupales en función de su grupo de asignación. El seguimiento medio de los pacientes fue de 5 años.

Para el presente estudio se utilizó la submuestra de pacientes reclutados por el centro PREDIMED-Navarra, procedente de siete centros de Atención Primaria del Servicio Navarro de Salud-Osasunbidea y el Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública de la Universidad de Navarra. De los 1055 participantes iniciales, se seleccionó de manera aleatorizada una submuestra de 240 participantes a los que se les ofertó someterse a una ecografía carotídea con objeto de medir el GIMC. Finalmente, 199 pacientes accedieron y, de ellos, a 187 se les repitió la medición de GIMC al año de seguimiento.

Valoración nutricional y cálculo del IG y CG

En la visita basal y en las visitas anuales se incluía un cuestionario semi-cuantitativo de frecuencia de consumo de alimentos (FFQ), previamente validado para esta población^{23,24}. El cuestionario era auto-administrado y posteriormente, dietistas entrenadas comprobaban el correcto registro en una entrevista personal. El cuestionario se basaba en raciones típicas de consumo en España, con nueve opciones de frecuencia de ingesta en el año previo. La energía total y la ingesta de cada nutriente fueron calculados multiplicando la frecuencia de consumo por la composición de nutriente de la ración estándar.

Basándonos en la información obtenida del FFQ y utilizando los valores de referencia internacionales asignados a cada ración alimentaria, se calculó inicialmente la CG por ración y posteriormente la CG diaria. A partir de ésta y teniendo cuenta la cantidad total de HC consumidos al día, se calculó el IG total diario para cada uno de los participantes ($IG \text{ diario} = (CG \text{ diaria} \times 100) / \text{Cantidad de HC ingerida en el día}$)²⁵.

Ecografía carotídea

Se realizó una ecografía en modo B de la arteria carótida derecha e izquierda con un transductor de matriz lineal de banda ancha a 7-10 MHz. El equipo de dúplex-color utilizado en la Clínica Universidad de Navarra para la realización de este estudio fue un HDI 1500 (ATL, Bothell, Washington, USA). Los pacientes fueron explorados en posición de decúbito supino con la cabeza girada 45° de forma contralateral al lado de la prueba. Para medir el GIM en la carótida común se utilizó un protocolo estándar. Con la dilatación de la carótida y divisor de flujo como puntos de referencia anatómicos, el sonografista obtuvo imágenes de alta resolución de la arteria carótida común (ACC) (1 centímetro proximal a la bifurcación) utilizando un ángulo lateral único de insonación y optimizando la imagen para la pared arterial. Todas las ecografías fueron realizadas por sonografistas certificados que eran ciegos a la información clínica y dietética. Se grabaron imágenes en diástole y fueron transferidas a una estación de trabajo para la cuantificación de las medidas. La variable independiente GIM medio de ACC se definió como la media de múltiples medidas realizadas en la pared distal de la arteria midiendo el grosor entre la íntima y la media. Las medidas se realizaron mediante el programa informático M'Ath® (ICN-METRIS).

El programa M'Ath® busca los límites de la pared arterial usando un algoritmo de detección de intensidad de gradiente y facilita el valor medio y máximo de múltiples medidas realizadas en 10 mm en la pared distal de la ACC. Se pueden obtener automáticamente más de 150 valores en estos 10 mm. El sistema calcula el valor de la medida del espesor con una precisión de tres decimales en menos de 0,1 segundos. La reproducibilidad inter e intra observador es adecuada con coeficientes de regresión de 0,76 ($p < 0,0001$) y 0,82 ($p < 0,0001$), respectivamente²⁶.

Otras medidas

Se recogieron datos demográficos, nivel educacional de los participantes, así como información relativa a su historial médico, hábitos de vida o uso de medicación habitual. Por otro lado, se realizó un examen físico para determinar el peso, la talla, me-

didadas antropométricas, y la presión arterial. Los pacientes también rellenaron un cuestionario validado de 14 puntos de adhesión a la dieta mediterránea²⁷ y el cuestionario de Minnesota de actividad física, validado en España.

Análisis estadístico

Se excluyó del presente análisis a aquellos participantes con información incompleta en los cuestionarios de alimentación o con ingestas energéticas extremas (<500kcal/día o >3500 para mujeres y <800 kcal/d o >4000 kcal/d para hombres, según las recomendaciones de Willet). Por lo que la muestra final fue de 176 sujetos.

La ingesta de nutrientes, así como la ingesta de HC, proteínas, grasas, fibra, y el IG y la CG calculados, se ajustaron por ingesta energética total, usando el método de residuales²⁸.

Los sujetos se dividieron en cuartiles atendiendo a su IG y CG ajustados por energía, tanto en el momento basal como tras un año de intervención. También se realizaron cuartiles de cambio de IG y CG entre el momento basal y el año. Mediante modelos de ANCOVA, se estudió la diferencia de medias del GIMC basal, del GIMC al año y del cambio del GIMC, para cada uno de los cuartiles de IG y CG ajustados por energía. Se estudió también la posible asociación entre el cambio de GIMC y los cuartiles de cambio de IG o CG. Todos los modelos se ajustaron por edad, sexo, grupo de intervención, tabaquismo, patologías (hipertensión arterial, diabetes e hiperlipidemia), consumo de aceite de oliva y fibra y uso de medicación hipolipemiente.

Resultados

En la tabla I se describen las características basales de los 176 participantes, distribuidos por cuartiles en función de su CG e IG. La edad media de los participantes era de 67 años y el 52% eran hombres.

Los participantes pertenecientes a los cuartiles con CG o IG menores, se caracterizaban por ser mayoritariamente mujeres, con menor porcentaje de fumadores y exfumadores e hipertensos, aunque con mayor número de diabéticos, presentando también niveles discretamente inferiores de triglicéridos con respecto a los cuartiles superiores. En lo que concierne a la composición de su dieta habitual, presentaban una menor ingesta energética total, aunque presentaban un consumo superior de proteínas y grasas, así como de verduras, frutos secos y aceite de oliva. La media del GIMC para todos los cuartiles de CG e IG era de $0,8 \pm 0,1$ mm.

En modelos multivariantes (Tabla II) no se encontraron diferencias en las medias del GIMC basal según cuartiles de CG e IG basales. Tampoco se encontra-

ron diferencias estadísticamente significativas en las medias de los GIMC al año de seguimiento para cada uno de los cuartiles de IG o CG basales (Tabla III). Así mismo, no se encontraron diferencias significativas al valorar el cambio en el GIMC para cada uno de los grupos (Tabla IV).

Con cuartiles de cambio de CG o IG como exposición, y ajustando por posibles factores de confusión, tampoco se encontraron diferencias significativas en las medias de cambio del GIMC (Tabla V).

Para completar el estudio, se analizó la diferencia de medias del GIMC basal, del GIMC al año y del cambio del GIMC, para cada uno de los cuartiles de consumo basal de pan blanco (alimento rico en HC refinados) ajustados por energía mediante modelos de ANCOVA. No se encontró ninguna diferencia estadísticamente significativa (Material suplementario).

Discusión

En nuestro estudio, no hemos encontrado una asociación significativa entre una dieta con IG o CG elevada y el desarrollo de ateromatosis carotídea subclínica en una población asintomática pero con alto riesgo cardiovascular tras un año de seguimiento.

Existe amplia bibliografía publicada que establece la relación entre dietas con altos IG o CG y el desarrollo de ECV^{15,17} o con el aumento de la mortalidad atribuible a ECV¹⁷⁻¹⁹. Estos resultados refuerzan la plausibilidad biológica de la hipótesis inicial de nuestro estudio: la hiperglucemia postprandial podría tener efecto tóxico sobre el endotelio vascular mediado por el estrés oxidativo, lo que favorecería el desarrollo de una disfunción endotelial, con condiciones protrombóticas y proinflamatorias, que propiciarían en último término el desarrollo de ECV. Sin embargo, tal hipótesis no se ha podido poner de manifiesto en nuestros resultados.

Se han publicado pocos estudios dirigidos a analizar la posible asociación entre el IG o la CG y las fases más precoces de la arteriosclerosis. De hecho, existe escasa evidencia sobre la influencia de la ingesta de HC y las oscilaciones de la glucemia, tras la ingesta, en el GIMC, interpretado éste como predictor precoz de futuros eventos cardiovasculares. La mayoría de ellos son estudios que han sido realizados en población diabética con o sin enfermedad cardiovascular conocida. Existen dos estudios publicados en individuos con DM2 que tampoco encuentran una asociación entre la variabilidad glucémica tras la ingesta y el GIMC^{29,30}, pero en ambos casos se utilizaron indicadores de fluctuaciones glucémicas tras la ingesta distintos al IG o la CG. Un estudio publicado en 2013, realizado en población china con DM2³¹, que usaba una monitorización continua de los niveles de glucemia como indicador de oscilaciones glucémicas tras la ingesta, sí encontró una asociación significativa entre la va-

Tabla I

Características basales de los participantes del estudio PREDIMED-NAVARRA en función de su índice glucémico o carga glucémica basal, ajustados por energía

	Carga glucémica ajustada por energía (cuartiles)				Índice glucémico ajustado por energía (cuartiles)			
	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
N	44	44	44	44	44	44	44	44
Mediana	49.93	54.01	56.83	59.66	99.46	117.47	131.89	154.06
Edad (años) (media, DE)	67±6	67±5	65±6	67±6	67±6	67±5	65±6	67±5
Sexo Hombres (%)	29.5	36.4	56.8	70.4	31.8	47.7	54.5	59.1
Tabaquismo (%)	15.9	18.2	11.4	29.5	18.2	18.2	18.2	20.5
Fumadores	20.4	20.4	34.1	34.1	25	18.2	29.5	36.4
Exfumadores								
Estudios-Educación primaria (%)	68.2	77.3	65.9	68.2	75	63.6	65.9	75
Obesidad (IMC≥30) (%)	50	34.1	29.5	43.2	45.5	45.5	25	40.9
IMC (kg/m ²) (media,DE)	29.9±3.7	29.1±3.6	29.4±2.8	29.4±3.5	29.7±3.8	29.9±3.5	28.6±3.1	29.5±3.1
Diabetes (%)	38.6	36.4	31.8	27.3	43.2	29.5	29.5	31.8
Hipertensión (%)	77.3	72.7	88.6	79.5	70.4	79.5	88.6	79.5
Uso de tratamientos hipolipemiantes (%)	27.3	36.4	47.7	29.5	38.6	36.4	25	40.9
Uso de AAS (%)	18.2	29.5	29.5	15.9	25	22.7	25	20.4
Colesterol LDL (mg/dl) (media ,DE)	124.2±34.8	117.1±41.5	130.2±33.1	126.3±29.2	117.1±38.7	129.2±36.6	124.3±33.4	127.2±30.5
Colesterol HDL (mg/dl) (media ,DE)	62.6±14.9	62.4±34.7	55.4±12.5	54.7±13.5	58.1±14.8	57.7±13.8	59.9±15.3	59.4±34.3
Triglicéridos (mg/dl) (media ,DE)	124.3±49.2	154.3±104.42	160.1±133.7	142.4±64.7	139.5±89.3	148.7±89.3	131.7±117.5	161.1±76.9
Glucemia en ayunas (g/dl) (media ,DE)	117.2±39.2	113.6±35	120.5±40.9	111.7±31.1	117.1±41.7	113.8±33.7	115.3±33.4	116.8±38.1
Ingesta energética total (kcal/día)(media ,DE)	2205.2±401.4	2252.2±521.7	2303±486.2	2329.9±522	2098.6±467	2411.1±478	2175.1±446	2272.6±483
Ingesta proteica (g/día) (media ,DE)	3.9±0.6	3.9±0.7	3.7±0.6	3.7±0.6	4.1±0.8	3.8±0.5	3.7±0.6	3.7±0.6
Ingesta de HC (g/día)(media ,DE)	8.5±1.2	9.6±0.9	10±1.1	11.7±1.3	9.5±1.6	9.6±1.4	9.8±1.5	10.8±1.6
Ingesta de grasas (g/día) (media ,DE)	5.1±0.6	4.7±0.5	4.6±0.5	4±0.6	4.7±0.6	4.8±0.6	4.6±0.6	4.2±0.6
Ingesta grasas saturadas (g/día) (media ,DE)	1.1±0.2	1.0±0.2	0.9±0.2	0.9±0.1	1±0.2	1±0.2	0.9±0.2	0.9±0.1
Ingesta grasas monoinsaturadas (g/día) (media ,DE)	2.7±0.4	2.5±0.4	2.5±0.3	2.1±0.4	2.5±0.4	2.6±0.4	2.5±0.4	2.2±0.4
Ingesta grasas poliinsaturadas (g/día) (media ,DE)	0.8±0.2	0.7±0.2	0.7±0.1	0.6±0.2	0.7±0.2	0.8±0.2	0.7±0.2	0.7±0.2

Tabla I (cont.)

Características basales de los participantes del estudio PREDIMED-NAVARRA en función de su índice glucémico o carga glucémica basal, ajustados por energía

	Carga glucémica ajustada por energía (cuartiles)				Índice glucémico ajustado por energía (cuartiles)			
	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
Ingesta de alcohol (g/día) (mean, DE)	14.1±21.3	12.1±18.1	13.6±16.6	6.5±10.8	8.9±16.6	9.3±15.7	16.5±20.4	11.5±16.3
Ingesta de fibra (g/día) (media, DE)	23.9±5.2	24±5.1	14.1±21.3	25.3±4.4	25.5±4.2	25.2±5.1	24±5.9	24.3±4.3
Consumo de fruta (g/día) (media, DE)	434.3±160	439.9±173	438±151.8	462.7±197.2	488.2±121.8	433.3±180.4	450.3±183.3	403.1±182
Consumo de verduras (g/día) (media, DE)	303.3±70.7	291.6±78.1	308.6±72.4	282.8±72.9	312±92.4	300.8±75.3	275.9±61.9	297.5±57.8
Consumo de frutos secos (g/día) (media, DE)	20.1±11.3	17.1±12.4	17.3±9.1	10±10.6	17.1±11.7	18.8±11.7	14.8±11.6	13.7±10.4
Consumo de aceite de oliva (g/día) (media, DE)	46.8±27.6	38.2±27.9	43.8±26.6	36.24±26.5	43.4±25.7	41±29.5	43.4±27.6	37.3±26.6
Grosor íntima media carotídeo basal (mm) (media, DE)	0.8±0.1	0.8±0.1	0.8±0.1	0.8±0.1	0.8±0.1	0.8±0.1	0.8±0.1	0.8±0.1

riabilidad glucémica y la arterioesclerosis carotídea subclínica. En definitiva, en todos estos estudios se está analizando la influencia de la glucemia postprandial en el desarrollo de arteriosclerosis. Pero quizás con los indicadores utilizados en los estudios citados, se esté analizando más la influencia del control glucémico del diabético en general y no tanto, la influencia directa de la cantidad y calidad de los HC de la dieta.

Nosotros nos propusimos analizar esta relación en fases aún más precoces: en población con DM2 sin ECV diagnosticada o en población de riesgo sin DM2. Dadas las características de esta población, para poder evidenciar cambios en el GIMC, quizás se requiera que trascorra un tiempo de seguimiento superior a un año.

Nuestro estudio es el primero que valora la asociación entre el IG y la CG y la arteriosclerosis precoz, usando el GIMC, en una población mediterránea. Recio-Rodríguez J.I et al³² encontraron una asociación significativa entre el IG y la CG y el índice de aumentación periférico o radial, que también se ha considerado un buen predictor de eventos cardiovasculares futuros, en un estudio transversal en el que se estudió población española libre de enfermedad cardiovascular. Además de diferenciarse de nuestro estudio en el desenlace que valoraron, índice de aumentación radial, también incluyeron un rango de edad más amplio, sujetos de 20 a 80 años.

Un estudio realizado en España³³ con población entre 60-74 años no encontró asociación entre el IG o la CG y los FRCV clásicos como la obesidad, las dislipemias o la hipertensión arterial.

Por otro lado, debe tenerse en cuenta que alimentos básicos, característicos de la dieta mediterránea y cuyo consumo *per sé* se considera cardiosaludable (como el determinadas frutas, verduras y legumbres) pueden contribuir de manera importante al IG o la CG de la dieta, a diferencia de lo que ocurre en otros patrones dietéticos donde el IG o la CG viene determinado por el consumo de alimentos menos saludables. Esto podría explicar la asociación significativa e inversa encontrada entre la CG y el índice de masa corporal en el estudio de Méndez M.A. et al³⁴, realizado también con población española. En la misma línea, un estudio que se enmarca en el Estudio PREDIMED, ésta vez con una submuestra de la población perteneciente al nodo de Reus y Barcelona³⁵, halló una asociación significativa entre niveles elevados de IG y CG y una reducción en los niveles de leptina y adiponectina plasmática, conocidos marcadores inflamatorios que pueden estar en relación con el desarrollo de obesidad y de otras ECV pero no encontraron relación con otros biomarcadores plasmáticos de inflamación.

En nuestro estudio existen limitaciones inherentes al uso del IG y la CG. Por un lado, el cuestionario de frecuencia alimentaria utilizado en el estudio

Tabla II
Asociación entre el GIMC basal y la Carga glucémica o el Índice glucémico basal, ajustados por energía (Modelo Ancova)

GIMC (Basal)	Carga glucémica basal ajustada por ingesta energética				P de tendencia lineal
	C1	C2	C3	C4	0.091
Modelo no ajustado (IC95%)	0.827 (0.789 a 0.865)	0.792 (0.754 a 0.83)	0.842 (0.804 a 0.88)	0.886 (0.848 a 0.924)	
Modelo ajustado ^a (IC95%)	0.825 (0.786 a 0.864)	0.791 (0.754 a 0.829)	0.852 (0.814 a 0.891)	0.879 (0.839 a 0.918)	
Modelo ajustado ^b (IC95%)	0.828 (0.791 a 0.865)	0.808 (0.771 a 0.845)	0.844 (0.807 a 0.882)	0.867 (0.828 a 0.907)	
	Energy-adjusted baseline glycemic index				P de tendencia lineal
	C1	C2	C3	C4	0.358
Modelo no ajustado (IC95%)	0.822 (0.783 a 0.861)	0.832 (0.793 a 0.871)	0.821 (0.782 a 0.859)	0.873 (0.834 a 0.912)	
Modelo ajustado ^a (IC95%)	0.817 (0.776 a 0.858)	0.836 (0.797 a 0.875)	0.823 (0.783 a 0.862)	0.871 (0.831 a 0.912)	
Modelo ajustado ^b (IC95%)	0.829 (0.791 a 0.867)	0.835 (0.798 a 0.872)	0.826 (0.788 a 0.864)	0.858 (0.821 a 0.894)	

GIMC: Grosor de intima-media carotídeo. Modelos ANCOVA (media (Intervalo de confianza al 95%)). ^a Ajustado por GIMC basal, edad y sexo. ^b Ajustado por GIMC basal, edad y sexo, tabaquismo, IMC, hipertensión arterial, diabetes, hiperlipidemia, consumo de fibra y aceite de oliva, uso de fármacos hipolipemiantes, y grupo de intervención

Tabla III
Asociación entre el GIMC al año de intervención y la Carga glucémica o el Índice glucémico basal, ajustados por energía (Modelo Ancova)

GIMC tras un año de seguimiento	Carga glucémica basal ajustada por ingesta energética				P de tendencia lineal
	C1	C2	C3	C4	0.451
Modelo no ajustado (IC95%)	0.816 (0.779 a 0.853)	0.793 (0.756 a 0.829)	0.808 (0.771 a 0.844)	0.861 (0.824 a 0.897)	
Modelo ajustado ^a (IC95%)	0.824 (0.806 a 0.842)	0.831 (0.812 a 0.848)	0.803 (0.786 a 0.822)	0.818 (0.801 a 0.837)	
Modelo ajustado ^b (IC95%)	0.825 (0.806 a 0.843)	0.831 (0.812 a 0.849)	0.804 (0.785 a 0.822)	0.818 (0.799 a 0.837)	
Modelo ajustado ^c (IC95%)	0.828 (0.808 a 0.847)	0.829 (0.809 a 0.848)	0.805 (0.785 a 0.824)	0.815 (0.795 a 0.836)	
	Índice glucémico basal ajustado por ingesta energética				P de tendencia lineal
	C1	C2	C3	C4	0.961
Modelo no ajustado (IC95%)	0.813 (0.776 a 0.851)	0.811 (0.776 a 0.851)	0.814 (0.777 a 0.851)	0.839 (0.802 a 0.876)	
Modelo ajustado ^a (IC95%)	0.826 (0.807 a 0.844)	0.814 (0.796 a 0.832)	0.827 (0.809 a 0.845)	0.809 (0.791 a 0.827)	
Modelo ajustado ^b (IC95%)	0.826 (0.807 a 0.844)	0.814 (0.796 a 0.832)	0.828 (0.809 a 0.846)	0.808 (0.791 a 0.827)	
Modelo ajustado ^c (IC95%)	0.832 (0.812 a 0.851)	0.813 (0.794 a 0.832)	0.825 (0.806 a 0.844)	0.806 (0.787 a 0.824)	

GIMC: Grosor de intima-media carotídeo. Modelos ANCOVA (media (Intervalo de confianza 95%)). ^a Ajustado por GIMC basal. ^b Ajustado por GIMC basal, edad y sexo. ^c Ajustado por GIMC basal, edad y sexo, tabaquismo, IMC, hipertensión arterial, diabetes, hiperlipidemia, consumo de fibra y aceite de oliva, uso de fármacos hipolipemiantes y grupo de intervención

Tabla IV
Cambios en el GIMC tras un año de seguimiento en función de la Carga glucémica o el Índice glucémico basal, ajustados por energía (Modelo Ancova)

<i>Cambio en GIMC tras un año de seguimiento</i>	<i>Carga glucémica basal ajustada por ingesta energética</i>				<i>P de tendencia lineal</i>
	<i>C1</i>	<i>C2</i>	<i>C3</i>	<i>C4</i>	<i>0.076</i>
Modelo no ajustado (IC95%)	-0.011 (-0.031 a 0.007)	0.001 (-0.018 a 0.019)	-0.034 (-0.053 a -0.015)	-0.026 (-0.045 a -0.007)	
Modelo ajustado ^a (IC95%)	-0.012 (-0.031 a 0.005)	-0.006 (-0.025 a 0.011)	-0.033 (-0.052 a -0.015)	-0.018 (-0.036 a 0.00008)	
Modelo ajustado ^b (IC95%)	-0.012 (-0.031 a 0.006)	-0.006 (-0.025 a 0.012)	-0.033 (-0.051 a -0.015)	-0.018 (-0.037 a -0.0001)	
Modelo ajustado ^c (IC95%)	-0.008 (-0.028 a 0.011)	-0.008 (-0.027 a 0.011)	-0.032 (-0.051 a -0.012)	-0.021 (-0.042 a -0.001)	
	<i>Índice glucémico basal ajustado por ingesta energética</i>				<i>P de tendencia lineal</i>
	<i>C1</i>	<i>C2</i>	<i>C3</i>	<i>C4</i>	<i>0.074</i>
Modelo no ajustado (IC95%)	-0.008 (-0.027 a 0.011)	-0.021 (-0.041 a -0.002)	-0.007 (-0.025 a 0.002)	-0.033 (-0.053 a -0.014)	
Modelo ajustado ^a (IC95%)	-0.011 (-0.029 a 0.007)	-0.022 (-0.041 a -0.004)	-0.009 (-0.027 a 0.008)	-0.028 (-0.046 a -0.009)	
Modelo ajustado ^b (IC95%)	-0.011 (-0.029 a 0.008)	-0.022 (-0.041 a -0.004)	-0.009 (-0.027 a 0.009)	-0.028 (-0.046 a -0.011)	
Modelo ajustado ^c (IC95%)	-0.005 (-0.024 a 0.014)	-0.023 (-0.042 a -0.004)	-0.011 (-0.031 a 0.007)	-0.031 (-0.049 a -0.012)	

GIMC: Grosor de intima-media carotídeo

Modelos ANCOVA (Media (Intervalo de confianza 95%))

^aAjustado por GIMC basal

^bAjustado por GIMC basal, edad y sexo

^cAjustado por GIMC basal, edad y sexo, tabaquismo, IMC, hipertensión arterial, diabetes, hiperlipidemia, consumo de fibra y aceite de oliva, uso de fármacos hipolipemiantes y grupo de intervención.

(FFQ) no fue especialmente diseñado para evaluar el IG ni la CG, aunque presenta una buena correlación con la mayoría de los alimentos que intervienen en el IG. Para el cálculo del IG y la CG hemos utilizado tablas internacionales de valores de referencia, al no existir tablas de referencia validadas para comida española, y aunque el procedimiento es correcto y creemos que la protocolización a la hora de estimar el IG y la CG es una fortaleza del estudio, asumimos el hecho de que el IG podría verse alterado por factores como el procesado de los alimentos y las técnicas culinarias que caracterizan la cocina española.

No se debe de perder de vista que en el estudio PREDIMED se realiza una intervención nutricional, cuyo objetivo es conseguir cambios mantenidos en el patrón alimentario. Además, pudiera ser que en una población que sigue una dieta básicamente mediterránea de manera habitual, la CG o el IG no tenga un efecto adverso tan manifiesto sobre la arterioesclerosis

como en otro tipo de poblaciones con distintos patrones de alimentación. Con objeto de disminuir o minimizar el efecto protector de un patrón dietético mediterráneo sobre la asociación a estudiar, se ha realizado un análisis ajustado por grupo de intervención, fibra dietética e ingesta de aceite de oliva virgen, pero es posible que haya factores protectores inherentes a la dieta mediterránea que no estemos controlando y que puedan dificultar el encontrar una asociación.

Las principales fortalezas del estudio son: el diseño del mismo (ensayo de campo, con grupos paralelos, multicéntrico, aleatorizado y controlado), el uso de un cuestionario exhaustivo y validado para valorar la ingesta dietética (FFQ), el cálculo del IG y la CG siguiendo un protocolo, y el ajuste por los factores de confusión más importantes utilizando análisis multivariable, si bien no podemos descartar que haya otras variables de confusión no conocidas.

Tabla V
Cambios en el GIMC tras un año de seguimiento, en función de los cambios en la carga glucémica o en el índice glucémico

Cambios en el GIMC tras un año de seguimiento	Cambio en la carga glucémica				P de tendencia lineal
	C1	C2	C3	C4	0.538
Modelo no ajustado (IC95%)	-0.016 (-0.035 a 0.003)	-0.026 (-0.046 a -0.007)	-0.021 (-0.041 a -0.002)	-0.006 (-0.025 a 0.012)	
Modelo ajustado ^a (IC95%)	-0.014 (-0.032 a 0.004)	-0.031 (-0.048 a -0.012)	-0.015 (-0.033 a 0.003)	-0.011 (-0.029 a 0.006)	
Modelo ajustado ^b (IC95%)	-0.013 (-0.032 a 0.004)	-0.031 (-0.049 a -0.012)	-0.015 (-0.033 a 0.003)	-0.011 (-0.029 a 0.007)	
Modelo ajustado ^c (IC95%)	-0.011 (-0.031 a 0.008)	-0.031 (-0.051 a -0.012)	-0.018 (-0.037 a 0.001)	-0.010 (-0.029 a 0.008)	
	Cambio en el índice glucémico tras un año de seguimiento				P de tendencia lineal
	C1	C2	C3	C4	0.469
Modelo no ajustado (IC95%)	-0.011 (-0.031 a 0.007)	-0.019 (-0.038 a -0.001)	-0.012 (-0.032 a 0.006)	-0.027 (-0.046 a -0.007)	
Modelo ajustado ^a (IC95%)	-0.012 (-0.031 a 0.006)	-0.017 (-0.035 a -0.001)	-0.013 (-0.031 a 0.004)	-0.028 (-0.046 a -0.009)	
Modelo ajustado ^b (IC95%)	-0.012 (-0.031 a 0.006)	-0.017 (-0.035 a 0.001)	-0.013 (-0.031 a 0.004)	-0.028 (-0.046 a -0.009)	
Modelo ajustado ^c (IC95%)	-0.012 (-0.031 a 0.007)	-0.017 (-0.036 a 0.001)	-0.015 (-0.034 a 0.003)	-0.025 (-0.044 a -0.006)	

GIMC: Grosor de intima-media carotídeo

Modelos ANCOVA (media (Intervalo de confianza 95%))

^aAjustado por GIMC basal

^bAjustado por GIMC basal, edad y sexo

^cAjustado por GIMC basal, edad y sexo, tabaquismo, IMC, hipertensión arterial, diabetes, hiperlipidemia, consumo de fibra y aceite de oliva, uso de fármacos hipolipemiantes y grupo de intervención

(Material Suplementario)

Table VI (Material Suplementario)
Asociación entre el consumo basal de pan blanco (ajustado por energía) y el grosor de intima media basal carotídeo

Grosor de Intima Media Carotídeo Basal	Ingesta de Pan Blanco (ajustada por energía)				P tendencia lineal
	C1	C2	C3	C4	0.449
Modelo no ajustado (95%CI)	0.817 (0.778 a 0.856)	0.832 (0.793 a 0.871)	0.831 (0.791 a 0.869)	0.868 (0.829 a 0.907)	
Modelo ajustado ^a (95%CI)	0.817 (0.778 a 0.856)	0.829 (0.789 a 0.701)	0.835 (0.795 a 0.875)	0.865 (0.826 a 0.905)	
Modelo ajustado ^b (95%CI)	0.837 (0.799 a 0.875)	0.824 (0.787 a 0.862)	0.831 (0.793 a 0.867)	0.856 (0.818 a 0.893)	

Modelos ANCOVA

^aAjustado por GIMC basal

^bAjustado por GIMC basal, edad y sexo

^cAjustado por GIMC basal, edad y sexo, tabaquismo, IMC, hipertensión, diabetes, hiperlipidemia, consumo de fibra y aceite de oliva, uso de fármacos hipolipemiantes y grupo de intervención

Table VII (Material Suplementario)
Asociación entre el consumo basal de pan blanco (ajustado por energía) y el grosor de intima media carotídeo al año de seguimiento

	Ingesta de pan blanco (ajustado por energía)				P de tendencia lineal
GIMC al año de seguimiento	C1	C2	C3	C4	0.812
Modelo no ajustado (95%CI)	0.808 (0.772 a 0.845)	0.804 (0.768 a 0.841)	0.816 (0.779 a 0.853)	0.847 (0.811 a 0.884)	
Modelo ajustado ^a (95%CI)	0.825 (0.807 a 0.843)	0.808 (0.791 a 0.827)	0.822 (0.804 a 0.841)	0.821 (0.803 a 0.839)	
Modelo ajustado ^b (95%CI)	0.825 (0.806 a 0.843)	0.808 (0.789 a 0.826)	0.822 (0.804 a 0.841)	0.821 (0.803 a 0.841)	
Modelo ajustado ^c (95%CI)	0.827 (0.808 a 0.846)	0.809 (0.791 a 0.828)	0.821 (0.802 a 0.841)	0.819 (0.799 a 0.838)	

GIMC: Grosor de intima media carotídeo.

Modelos ANCOVA

^aAjustado por GIMC basal

^bAjustado por GIMC basal, edad y sexo

^c Ajustado por GIMC basal, edad y sexo, tabaquismo, IMC, hipertensión, diabetes, hiperlipidemia, consumo de fibra y aceite de oliva, uso de fármacos hipolipemiantes y grupo de intervención

p interacción ingesta de pan blanco- sexo: 0.067
p interacción ingesta de pan blanco- GIM basal: 0.223
p interacción ingesta de pan blanco- edad: 0.918

Tabla VIII (Material Suplementario)
Cambios en el GIMC tras un año de seguimiento en función de la ingesta basal de pan blanco, ajustada por energía (Modelo Ancova)

	Ingesta de pan blanco (ajustado por energía)				P de tendencia lineal
Cambio en el GIMC tras un año de seguimiento	C1	C2	C3	C4	0.812
Model no ajustado (95%CI)	-0.008 (-0.027 a 0.107)	-0.027 (-0.047 a -0.008)	-0.014 (-0.033 a 0.054)	-0.021 (-0.041 a -0.002)	
Modelo ajustado ^a (95%CI)	-0.012 (-0.031 a 0.006)	-0.028 (-0.046 a -0.011)	-0.015 (-0.033 a 0.003)	-0.015 (-0.034 a 0.003)	
Modelo ajustado ^b (95%CI)	-0.012 (-0.031 a 0.006)	-0.028 (-0.047 a -0.011)	-0.014 (-0.032 a 0.004)	-0.015 (-0.034 a 0.003)	
Modelo ajustado ^c (95%CI)	-0.009 (-0.028 a 0.009)	-0.027 (-0.046 a -0.008)	-0.015 (-0.034 a 0.003)	-0.018 (-0.037 a -0.001)	

GIMC: Grosor de intima media carotídeo.

Modelos ANCOVA

^aAjustado por GIMC basal

^bAjustado por GIMC basal, edad y sexo

^c Ajustado por GIMC basal, edad y sexo, tabaquismo, IMC, hipertensión, diabetes, hiperlipidemia, consumo de fibra y aceite de oliva, uso de fármacos hipolipemiantes y grupo de intervención

P interacción ingesta de pan blanco-sexo:0.067
P interacción ingesta de pan blanco-GIMC basal:0.183
P interacción ingesta de pan blanco-edad:0.918

Conclusión

Aunque en nuestro estudio no hemos encontrado asociación entre el IG y la CG de la dieta habitual y el desarrollo de arteriosclerosis carotídea, creemos que es necesario que se realicen más estudios para aclarar el papel de estos índices y su posible influencia en el desarrollo de ECV en estadios precoces.

Conflicto de Interés

Jordi Salas-Salvadó. Miembro del Comité Científico del International Nut and Dried Fruit Foundation. Su institución ha recibido fondos de investigación del International Nut and Dried Fruit Foundation.

Los demás autores no declaran conflictos de interés.

Agradecimientos

Nuestros agradecimientos a la Fundación Patrimonio Comunal Olivarero, Hojiblanca SA, a California Walnut Commission, Borges SA, and Morella Nuts SA por donar el aceite de oliva y los frutos secos utilizados en el estudio.

Referencias

1. WHO. World health statistics 2006. Geneva. Switzerland: World Health Organization.
2. Mathers CD, Loncar D. Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030. *PLoS medicine* 2006;3(11):e442. Epub 2006/11/30.
3. Tardif J-C, Heinonen T, Orloff D, Libby P. Vascular Biomarkers and Surrogates in Cardiovascular Disease. *Circulation* 2006;113(25):2936-42.
4. Lorenz MW, Markus HS, Bots ML, Rosvall M, Sitzer M. Prediction of Clinical Cardiovascular Events With Carotid Intima-Media Thickness: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Circulation* 2007;115(4):459-67.
5. de Groot E, Hovingh GK, Wiegman A, Duriez P, Smit AJ, Fruchart J-C, et al. Measurement of Arterial Wall Thickness as a Surrogate Marker for Atherosclerosis. *Circulation* 2004;109(23 suppl 1):III-33-III-8.
6. Mozaffarian D, Wilson PWF, Kannel WB. Beyond Established and Novel Risk Factors: Lifestyle Risk Factors for Cardiovascular Disease. *Circulation* 2008;117(23):3031-8.
7. Mente A, de Koning L, Shannon HS, Anand SS. A systematic review of the evidence supporting a causal link between dietary factors and coronary heart disease. *Archives of Internal Medicine* 2009;169(7):659-69.
8. WHO. Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. WHO Technical Report Series. 2003; No. 916. Geneva: World Health Organization. pp. 1-149.
9. Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation. FAO food and nutrition paper. 2010;91:1-166. Epub 2010/01/01.
10. Jenkins DJ, Wolever TM, Taylor RH, Barker H, Fielden H, Baldwin JM, et al. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr* 1981;34(3):362-6. Epub 1981/03/01.
11. Jenkins DJ, Kendall CW, Augustin LS, Franceschi S, Hamidi M, Marchie A, et al. Glycemic index: overview of implications in health and disease. *Am J Clin Nutr* 2002;76(1):266S-73S. Epub 2002/06/26.
12. Barclay AW, Petocz P, McMillan-Price J, Flood VM, Prvan T, Mitchell P, et al. Glycemic index, glycemic load, and chronic disease risk--a meta-analysis of observational studies. *Am J Clin Nutr* 2008;87(3):627-37. Epub 2008/03/11.
13. Larsen TM, Dalskov SM, van Baak M, Jebb SA, Papadaki A, Pfeiffer AF, et al. Diets with high or low protein content and glycemic index for weight-loss maintenance. *The New England journal of medicine*. 2010;363(22):2102-13. Epub 2010/11/26.
14. Choi Y, Giovannucci E, Lee JE. Glycaemic index and glycaemic load in relation to risk of diabetes-related cancers: a meta-analysis. *The British journal of nutrition*. 2012;108(11):1934-47. Epub 2012/11/22.
15. Dong JY, Zhang YH, Wang P, Qin LQ. Meta-analysis of dietary glycemic load and glycemic index in relation to risk of coronary heart disease. *The American journal of cardiology*. 2012;109(11):1608-13. Epub 2012/03/24.
16. Jimenez-Cruz A, Seimandi-Mora H, Bacardi-Gascon M. [Effect of low glycemic index diets in hyperlipidemia]. *Nutricion hospitalaria*. 2003;18(6):331-5. Epub 2003/12/20. Efecto de dietas con bajo índice glucémico en hiperlipidemicos.
17. Fan J, Song Y, Wang Y, Hui R, Zhang W. Dietary glycemic index, glycemic load, and risk of coronary heart disease, stroke, and stroke mortality: a systematic review with meta-analysis. *PLoS one* 2012;7(12):e52182. Epub 2013/01/04.
18. Oba S, Nagata C, Nakamura K, Fujii K, Kawachi T, Takatsuka N, et al. Dietary glycemic index, glycemic load, and intake of carbohydrate and rice in relation to risk of mortality from stroke and its subtypes in Japanese men and women. *Metabolism: clinical and experimental* 2010;59(11):1574-82. Epub 2010/03/23.
19. Castro-Quezada I, Sanchez-Villegas A, Estruch R, Salas-Salvado J, Corella D, Schroder H, et al. A high dietary glycemic index increases total mortality in a Mediterranean population at high cardiovascular risk. *PLoS one*. 2014;9(9):e107968. Epub 2014/09/25.
20. Arteaga Llona A. The glycemic index. A current controversy. *Nutricion hospitalaria* 2006;21 Suppl 2:53-9, 5-60. Epub 2006/06/15.
21. Estruch R, Ros E, Salas-Salvado J, Covas MI, Corella D, Aros F, et al. Primary prevention of cardiovascular disease with a Mediterranean diet. *The New England journal of medicine* 2013;368(14):1279-90. Epub 2013/02/26.
22. Martinez-Gonzalez MA, Corella D, Salas-Salvado J, Ros E, Covas MI, Fiol M, et al. Cohort profile: design and methods of the PREDIMED study. *International journal of epidemiology* 2012;41(2):377-85. Epub 2010/12/22.
23. Fernandez-Ballart JD, Pinol JL, Zazpe I, Corella D, Carrasco P, Toledo E, et al. Relative validity of a semi-quantitative food-frequency questionnaire in an elderly Mediterranean population of Spain. *The British journal of nutrition* 2010;103(12):1808-16. Epub 2010/01/28.
24. Martin-Moreno JM, Boyle P, Gorgojo L, Maisonneuve P, Fernandez-Rodriguez JC, Salvini S, et al. Development and validation of a food frequency questionnaire in Spain. *International journal of epidemiology* 1993;22(3):512-9. Epub 1993/06/01.
25. Atkinson FS, Foster-Powell K, Brand-Miller JC. International tables of glycemic index and glycemic load values: 2008. *Diabetes care* 2008;31(12):2281-3. Epub 2008/10/07.
26. Martinez-Vila E, Paramo JA, Belouqui O, Orbe J, Irimia P, Colina I, et al. Independent association of fibrinogen with carotid intima-media thickness in asymptomatic subjects. *Cerebrovascular diseases* (Basel, Switzerland). 2003;16(4):356-62. Epub 2003/09/18.
27. Schroder H, Fito M, Estruch R, Martinez-Gonzalez MA, Corella D, Salas-Salvado J, et al. A short screener is valid for assessing Mediterranean diet adherence among older Spanish men and women. *The Journal of nutrition* 2011;141(6):1140-5. Epub 2011/04/22.

28. Willett WC, Howe GR, Kushi LH. Adjustment for total energy intake in epidemiologic studies. *Am J Clin Nutr* 1997;65(4 Suppl):1220S-8S; discussion 9S-31S. Epub 1997/04/01.
29. Di Flaviani A, Picconi F, Di Stefano P, Giordani I, Malandruc-
co I, Maggio P, et al. Impact of glycemic and blood pressure
variability on surrogate measures of cardiovascular outcomes
in type 2 diabetic patients. *Diabetes care* 2011;34(7):1605-9.
Epub 2011/05/26.
30. Karrei K, Koehler C, Hanefeld M, Temelkova-Kurktschiev T,
Del Prato S. Fluctuations in glycaemia in clinical diabetes me-
llitus type 2 are not associated with carotid intima-media thic-
kening. *Diabetes & vascular disease research* 2004;1(1):51-2.
Epub 2005/11/25.
31. Mo Y, Zhou J, Li M, Wang Y, Bao Y, Ma X, et al. Glycemic
variability is associated with subclinical atherosclerosis in
Chinese type 2 diabetic patients. *Cardiovascular diabetology*
2013;12:15. Epub 2013/01/16.
32. Recio-Rodriguez JI, Gomez-Marcos MA, Patino-Alonso MC,
Rodrigo-De Pablo E, Cabrejas-Sanchez A, Arieteleanizbeas-
koa MS, et al. Glycemic index, glycemic load, and pulse wave
reflection in adults. *Nutrition, metabolism, and cardiovascular
diseases : NMCD* 2015;25(1):68-74. Epub 2014/10/16.
33. Castro-Quezada I, Artacho R, Molina-Montes E, Serrano FA,
Ruiz-Lopez MD. Dietary glycaemic index and glycaemic load
in a rural elderly population (60-74 years of age) and their rela-
tionship with cardiovascular risk factors. *European journal of
nutrition* 2015;54(4):523-34. Epub 2014/07/10.
34. Mendez MA, Covas MI, Marrugat J, Vila J, Schroder H. Gly-
cemic load, glycemic index, and body mass index in Spanish
adults. *Am J Clin Nutr* 2009;89(1):316-22. Epub 2008/12/06.
35. Bullo M, Casas R, Portillo MP, Basora J, Estruch R, Gar-
cia-Arellano A, et al. Dietary glycemic index/load and periphe-
ral adipokines and inflammatory markers in elderly subjects at
high cardiovascular risk. *Nutrition, metabolism, and cardiovas-
cular diseases: NMCD*. 2013;23(5):443-50. Epub 2012/01/03.



Original/Otros

Treatment of subclinical hyperthyroidism: effect on body composition

Diana Boj Carceller¹, Alejandro Sanz París¹, Enrique Sánchez Oriz², Rafael García-Foncillas López², Pilar Calmarza Calmarza³, Vicente Blay Cortes⁴ and M.^a Dolores Abós Olivares⁵

¹Hospital Universitario Miguel Servet, Department of Endocrinology & Nutrition. ²Department of Biostatistics and Public Health, University of Zaragoza. ³Hospital Universitario Miguel Servet, Service of Clinical Biochemistry. ⁴Hospital General de la Defensa Orad y Gajías, Department of Endocrinology. ⁵Hospital Universitario Miguel Servet, Department of Nuclear Medicine. Spain.

Abstract

Background: subclinical hyperthyroidism (SHT) is associated with harmful effects on cardiovascular system, bone metabolism and progression to clinical hyperthyroidism.

Loss of weight is a common fact in patients with clinical hyperthyroidism and of particular relevance in elderly patients.

Objective: to assess changes in body composition after radioiodine therapy for SHT due to toxic nodular goiter.

Subjects and methods: prospective controlled cohort study. Patients with persistent SHT due to toxic nodular goiter were purposed to receive treatment with radioiodine (treatment group) or to delay treatment until the study was over (control group). All treated patients received 555 MBq of ¹³¹I.

Body composition (lean mass, fat mass and bone mineral content) was determined by dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA) at baseline and 12 months after.

Results: twenty-nine patients were studied (age 69.5 ± 11.5; 75.9% women; BMI 27.1 ± 5.7 kg/m²; serum thyrotropin (TSH) 0.20 ± 0.21 μUI/mL; serum free thyroxine (T4) 1.01 ± 0.19 ng/dL), 17 belonging to the treatment group and 12 to the control group.

Study groups were comparable, although there was a trend for the treatment group to have more fat mass.

No longitudinal changes in body composition were noted in either group, except for a trend to gain fat mass. However, when individuals with age > 65 years were selected, only patients who received radioiodine therapy showed a significant increase in body weight (from 64.1 ± 10.0 to 66.9 ± 9.2 kg), BMI (from 27.3 ± 4.8 to 28.7 ± 4.5 kg/m²), fat mass (from 26.1 ± 8.5 to 27.8 ± 7.9 kg), lean mass (from 36.3 ± 0.4 to 37.4 ± 0.4 kg) and skeletal muscle mass index (SMI) (from 6.0 ± 0.6 to 6.3 ± 0.6 kg/m²).

TRATAMIENTO DEL HIPERTIROIDISMO SUBCLÍNICO: EFECTO SOBRE LA COMPOSICIÓN CORPORAL

Resumen

Introducción: el hipertiroidismo subclínico (HS) se asocia a efectos deletéreos sobre el sistema cardiovascular, el metabolismo óseo y puede progresar a hipertiroidismo clínico. La pérdida de peso es habitual en los pacientes con hipertiroidismo clínico y adquiere especial relevancia en los sujetos mayores.

Objetivo: evaluar los cambios en la composición corporal después del tratamiento del HS por bocio nodular con radioyodo.

Sujetos y métodos: estudio de cohortes prospectivo controlado. A los pacientes con HS persistente debido a bocio nodular tóxico se les ofreció la opción de recibir tratamiento con radioyodo (grupo tratamiento) o retrasar dicho tratamiento hasta que el estudio hubiera acabado (grupo control). Al final, todos los pacientes recibieron 555 MBq de ¹³¹I.

La composición corporal (masa magra, masa grasa y contenido mineral óseo) se determinó por absorciometría con rayos X de doble energía (DEXA) al inicio y a los 12 meses.

Resultados: se estudiaron 29 pacientes (edad 69,5 ± 11,5; 75,9% mujeres; BMI 27,1 ± 5,7 kg/m²; tiroxina sérica (TSH) 0,20 ± 0,21 μUI/mL; tiroxina libre sérica (T4) 1,01 ± 0,19 ng/dL), 17 pertenecientes al grupo tratamiento y 12 al grupo control.

Los grupos de estudio fueron comparables, aunque existía una tendencia del grupo tratamiento a presentar más masa grasa. No se detectaron cambios en la composición corporal en ningún grupo, salvo una tendencia general a ganar masa grasa. Sin embargo, cuando se seleccionaron los individuos con edad > 65 años, sólo los pacientes que recibieron tratamiento con radioyodo mostraron un significativo incremento de peso (de 64,1 ± 10,0 a 66,9 ± 9,2 kg), IMC (de 27,3 ± 4,8 a 28,7 ± 4,5 kg/m²), masa grasa (de 26,1 ± 8,5 a 27,8 ± 7,9 kg), masa magra (de 36,3 ± 0,4 a 37,4 ± 0,4 kg) e índice de masa muscular esquelética (de 6,0 ± 0,6 a 6,3 ± 0,6 kg/m²).

Correspondence: Diana Boj-Carceller.
Hospital Universitario Miguel Servet,
Department of Endocrinology & Nutrition.
Paseo Isabel La Católica, 1-3, 50009, Zaragoza, Spain.
E-mail: dbojcarc@gmail.com

Recibido: 19-VII-2015.
Aceptado: 17-VIII-2015.

Conclusions: treatment of SHT has impact on body composition in subjects older than 65 years. Weight gain reflects increases in fat and, more interestingly, in lean mass.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:2331-2337)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9660

Key words: *Subclinical hyperthyroidism. Body composition. Radioiodine. Goiter. Hyperthyroidism.*

Abbreviations

SHT: subclinical hyperthyroidism.
OHT: overt hyperthyroidism.
DEXA: dual-energy X-ray absorptiometry.
TSH: serum thyrotropin.
T4: serum free thyroxine.
T3: serum free triiodothyronine.
SMI: skeletal muscle mass index.
BMD: bone mineral density.
FM: fat mass.
MM: lean mass.
BIA: bioelectrical impedance analysis.
RAI: radioiodine.
rs: Spearman's correlation coefficient.

Introduction

Subclinical hyperthyroidism (SHT) is defined by a low serum thyrotropin (TSH) level, under the reference range (0.45 to 4.5 mIU/L), and normal serum free thyroxine (T4) and/or triiodothyronine (T3) levels.

The prevalence depends on age, sex and iodine ingestion. In the NHANES III survey¹, SHT was founded in 0.7% of the U.S. population (excluding those taking thyroid replacement therapy).

In elderly people, toxic nodular goiter is the most prevalent etiology of endogenous SHT². Endogenous SHT might have more clinical impact than exogenous SHT because of its chronic character and higher levels of T3³.

The main related adverse effects of SHT include cardiovascular disease, with increase risk of atrial fibrillation^{4,5} and cardiovascular death^{6,7}, but also all-cause mortality⁷.

The risk of progression to overt hyperthyroidism (OHT) varies between studies 1-15% / year, depending on the concentration of TSH (high probability if the serum TSH is suppressed) and the underlying pathology (most likely if the cause is nodular goiter)⁸.

In most studies, postmenopausal women with SHT have bone mineral density (BMD) decreased, especially at the cortical bone^{9,10}. There is less data on these effects in men and premenopausal women.

Sarcopenia, whose concept includes loss of lean mass, is a relevant clinical problem in elderly people with risk of adverse outcomes such as physical disa-

Conclusiones: el tratamiento del HS tiene impacto sobre la composición corporal en sujetos mayores de 65 años. La ganancia de peso refleja incrementos en la masa grasa y, lo que es más interesante, en la masa magra.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:2331-2337)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9660

Palabras clave: *Hipertiroidismo subclínico. Composición corporal. Radioyodo. Bocio. Hipertiroidismo.*

bility, poor quality of life and mortality¹¹. Causes of secondary sarcopenia also include hyperthyroidism.

It is well known that OHT is associated with loss of weight, despite of an increase in the caloric content of the diet and the recovery of the euthyroidism status is associated with weight gain.

However, changes in body composition following treatment of OHT have been hardly studied.

The results presented so far are rather mixed. Some authors have shown that bone mass, fat mass (FM) and lean mass (MM) increase in parallel¹².

Lönn *et al.* described that initially after treatment, patients recovered only MM, but at 12 months it was also found an increase in FM¹³. Whilst, other groups have reported that weight gain reflects only increments of the MM^{14,15}. Two studies using methodology based on the BIA showed only increases in FM^{16,17} (Table I).

In the case of SHT, only one work has addressed this issue¹⁸. Greenlund *et al.* studied 21 women with SHT who were treated with high doses of radioiodine (RAI) and reevaluated after 6 months of normal thyroid function. Fat free-mass determined by DEXA increased from a mean of 40.3 Kg to 42.2 Kg and FM increased in a similar magnitude. BMD also increased in a significant way.

The indications for treatment of SHT are matter of discussion, but in elderly individuals, despite of the absence of supportive data from intervention trials¹⁹, clinicians might consider treatment due to the possible cardiovascular risk. In this context, RAI therapy is a definitive, safe and effective option of treatment.

Further investigation of the impact of SHT on body composition is required, specially in older people, where the probability of clinical adverse outcomes is higher. The aim of our study was to assess changes in body composition after radioiodine therapy for SHT due to toxic nodular goiter.

Material and methods

Thirty-one patients with endogenous SHT due to nodular goiter were recruited prospectively over a 21-months period in the outpatient endocrinology unit of a tertiary referral hospital.

Inclusion criteria were older than 18 years, both sexes, persistent endogenous subclinical hyperthyroidism, nodular goiter (including toxic multinodular

Table I
Studies assessing body composition of hyperthyroid subjects before and after treatment

	<i>n</i>	<i>predominant disease</i>	<i>method</i>	<i>FM (Kg)</i>	<i>MM (Kg)</i>	<i>BM (Kg)</i>	<i>Time evolution</i>	<i>Reference</i>
Zimmermann <i>et al.</i> (1998)	10	GD	DEXA	+ 4.0	+ 5.0	n.e.	12 months	(12)
Lönn <i>et al.</i> (1998)	9	GD	DEXA	+ 3.5	+ 5.3	no	12 months	(13)
De la Rosa <i>et al.</i> (1997)	9	n.e.	DEXA	no	+ 7.2	no	13 months	(14)
Gómez-Acotto <i>et al.</i> (2002)	10	GD	DEXA	no	+ 1.9	no	24 months	(15)
Jacobsen <i>et al.</i> (2006)	8	n.e.	BIA	+ 3.5	no	-	12 months	(16)
P. Iglesias <i>et al.</i> (2006)	29	GD	BIA	+ 4.5	no	-	n.e.	(17)

n, number of patients; n.e., not specified; GD, Graves disease; DEXA, dual-energy X-ray absorptiometry; BIA, bioelectrical impedance analysis; FM, fat mass; MM, lean mass; BM, bone mass; no, no changes.

goiter and autonomous nodule) as underlying thyroid disease, not have received prior treatment for thyroid disease and candidates for treatment with ^{131}I .

Patients were excluded if they refused to participate, had a history of previous thyroid surgery, low TSH of another etiology, suspicion of malignancy, compressive symptoms, RAI therapy contraindication, serious medical illness or weight of loss > 10% in the 6 previous months.

Criteria for withdrawal were patient desire, non-compliance with the study protocol, development of clinical hyperthyroidism, appearance of serious illness or suspicion of malignancy.

The protocol was conducted in accordance with Good Clinical Practice and the Declaration of Helsinki. Written informed consent was obtained from all participants after the nature of the study procedures were explained and prior to conducting any study-related procedures.

The diagnosis of SHT due to nodular goiter was based on biochemical findings (TSH level under the reference range < 0.34 $\mu\text{UI/mL}$ and normal free T4 and T3 levels), technetium thyroid scintigraphy (to identify autonomous hyperfunctioning nodules) and thyroid ultrasound (to define nodules).

This prospective cohort study was designed following standard medical practice. Patients were offered the option of treatment with RAI (intervention group) or post-treatment follow-up at the end of the study, i.e., the option to defer RAI treatment (control group).

All patients received a single standard dose of ^{131}I of 15 mCi (555 MBq).

Body Composition

Assessment of lean mass, fat mass and bone mineral density was made at baseline and at the end of the study (12 months) using dual-energy x-ray absorptiometry scanning on a Hologic QDR 1000W scanner.

The body mass index (BMI) was calculated from the formula $\text{BMI} = \text{weight (Kg)} / \text{height}^2 (\text{m}^2)$.

Body weight (Kg) was determined on a scale Soehnle Professional 2755 model, which has a maximum weight of 200 Kg and a precision of 100 g, with the patient without shoes and in light clothing. Height (cm) was measured with the metal stadiometer Asimed, whose measurement range is from 95 to 200 cm and has a precision of 1 mm, with the patient standing, fully stretched, placing feet in parallel.

The skeletal muscle mass index (SMI) was calculated as the sum of the muscle mass of the four limbs determined by DEXA divided by height (m^2).

Serum TSH and Thyroid Hormone Assays

Serum TSH was measured using a third generation automated sandwich 2-site chemiluminometric immunoassay (Bayer Advia, East Walpole, Massachusetts).

Serum T4 was measured by the direct dialysis method (Bayer Advia, East Walpole, Massachusetts).

Serum T3 was measured using an automated chemiluminometric immunoassay (Bayer Advia, East Walpole, Massachusetts).

Statistical methods

The Mann-Whitney U-test was used to test if groups were initially comparable. Within each group, before and after treatment measurements were compared using Wilcoxon Signed Rank Test.

Fisher's exact test was used to compare thyroid status between groups at the end of study.

The correlation between age and changes in body composition was determined by the Spearman's correlation coefficient (rs).

A p value <0.05 was considered to be statistically significant.

Data are presented as mean $\pm$ standard deviation.

The statistical analyses of our study was performed using SPSS statistical software version 17.0.

Results

Twenty-nine patients were finally included. Two patients in the treatment group were withdrawn because of non-compliance with the study protocol.

Population baseline characteristics (Table II) were age 69.5 ± 11.5 ; 75.9% women (menopausal status did not change during the study in any patient); BMI 27.1 ± 5.7 Kg/m²; TSH 0.20 ± 0.21 μ UI/mL; T4 1.01 ± 0.19 ng/dL. Most patients had multinodular goiter (just one case in the control group had a solitary autonomous nodule in scintigraphy and ultrasound). Time from first blood test showing hyperthyroidism was very variable.

There were no difference in body composition between groups, although there was a trend for the treatment group to have more fat mass (+ 5.0 Kg, $p=0.051$).

One year after RAI therapy, SCH was resolved in most (94.1%) patients, and "hypothyroidism" (low T4 with normal TSH) was mild and temporary in two patients at 4 and 8 months, respectively (5.9%). One (5.9%) of the treated patients progressed to overt mild hyperthyroidism at the end of the study and received again another dose of 15 mCi of ¹³¹I.

In the control group, two (16.7%) patients finished the study with normal thyroid function, while two (16.7%) patients progressed to T3 thyrotoxicosis and eight (66.7%) maintained SHT.

Within each group, the statistical analysis for the comparisons before and after did not show significant differences (Table III). A trend to gain FM was observed in both groups (+1.3 Kg in the control group and +0.5 Kg in the treatment group).

In the treatment group, age correlated significantly with changes in body composition: weight gain ($rs=0.692$, $p=0.002$), BMI gain ($rs=0.705$, $p=0.002$), MM gain ($rs=0.615$, $p=0.009$) and with skeletal muscle mass index (SMI) change ($rs=0.644$, $p=0.005$) (Fig. 1). In contrast, in the control group age did not correlate with any change in body composition.

A subgroup analysis selecting individuals with age >65 was performed.

Only patients who had received RAI therapy showed a significant increase in body weight (from 64.1 ± 10.0 to 66.9 ± 9.2 Kg), BMI (from 27.3 ± 4.8 to 28.7 ± 4.5 Kg/m²), FM (from 26.1 ± 8.5 to 27.8 ± 7.9 Kg), MM (from 36.3 ± 0.4 to 37.4 ± 0.4 Kg) and SMI (from 6.0 ± 0.6 to 6.3 ± 0.6 Kg/m²) (Table IV).

Discussion

No changes were found in body composition after treatment of SHT in the whole population study. This result contrasts with the studies mentioned in the introduction¹²⁻¹⁶. They did find differences with a smaller

Table II
Baseline characteristics of the study population

	control group (n=12)	treatment group (n=17)	p value
age (years)	67.0 $\pm$ 12.0	71.2 $\pm$ 11.2	
sex (male/female)	3/9	4/13	
TSH (μ UI/mL)	0.26 $\pm$ 0.27	0.15 $\pm$ 0.16	0.325
T4 (ng/dL)	1.0 $\pm$ 0.2	1.0 $\pm$ 0.2	0.711
T3 (pg/mL)	3.4 $\pm$ 0.6	3.4 $\pm$ 0.5	0.478
premorbid weight (Kg)	67.7 $\pm$ 21.1	71.8 $\pm$ 12.5	0.327
weight (Kg)	63.9 $\pm$ 21.3	69.5 $\pm$ 13.1	0.156
height (cm)	157.9 $\pm$ 10.3	157.7 $\pm$ 9.4	0.875
BMI (Kg/m ²)	25.9 $\pm$ 7.2	27.9 $\pm$ 4.4	0.184
FM (Kg)	22.3 $\pm$ 13.5	27.3 $\pm$ 8.5	0.051
MM (Kg)	39.9 $\pm$ 10.0	40.4 $\pm$ 9.4	0.626
BM (Kg)	1.8 $\pm$ 0.5	1.9 $\pm$ 0.6	0.690
BMD (g/cm ²)	1.01 $\pm$ 0.1	1.2 $\pm$ 0.5	0.658
t score	-1.3 $\pm$ 1.2	-0.8 $\pm$ 1.6	0.492
% FM	33.2 $\pm$ 9.0	39.0 $\pm$ 8.6	0.092
SMI (Kg/m ²)	6.6 $\pm$ 1.3	6.5 $\pm$ 1.2	0.866

TSH, serum thyrotropin; T4, serum free thyroxine; T3, serum free triiodothyronine; BMI, body mass index; FM, fat mass; MM, lean mass; BM, bone mass; BMD, bone mineral density; SMI, skeletal muscle mass index.
Mean $\pm$ S.D. and the proportion are shown where appropriate.

sample size. There could be several explanations for this fact.

All studies, except the Greenlund *et al.*¹⁸, included only patients with OHT. The present study has evaluated the effect of treatment of SHT, that represents a milder degree of thyroid dysfunction, so it was expected that the effect size was the same.

Graves disease is the most prevalent pathology in all the studies. This thyroid disease is metabolically more active than toxic nodular goiter, which also may have influenced the magnitude of the differences.

The body composition analysis method used in the other studies has not always been the gold standard, so that the results are not always validated from the methodological point of view.

It is necessary to consider possible confounding variables (besides sex and age) when interpreting

changes in body composition such as prevalence of obesity (30% in our study), previous weight loss related to SHT (-2.7 Kg in the control group and -0.1 Kg in the treatment group), duration of hyperthyroidism (330 days in the control group and 422 days in the treatment group) or development of hypothyroidism after RAI (2 cases of transient hypothyroidism in our study). These have not always been reported in all studies.

Only a trend to gain FM over time was observed in both groups (+ 1.3 Kg in the control group, $p=0.084$, and + 0.5 Kg in the treatment group, $p=0.093$), which could be a physiological phenomenon in the aging process.

The effect of age was analyzed as one of the typical confusion variable and a key factor for the indication of treatment in specific clinical situations⁸.

Table III
Longitudinal changes in body composition

	Control Group			Treatment Group		
	before (n=12)	after (n=12)	p value	before (n=17)	after (n=17)	p value
weight (Kg)	63.9 ± 21.3	65.4 ± 20.8	0.272	69.5 ± 13.1	70.2 ± 10.3	0.227
height (cm)	157.9 ± 10.3	156.5 ± 12.4	0.400	157.7 ± 9.4	157.3 ± 9.5	0.229
BMI (Kg/m ²)	25.9 ± 7.2	26.7 ± 6.9	0.084	27.9 ± 4.4	28.4 ± 3.7	0.124
FM (Kg)	22.3 ± 13.5	23.6 ± 13.2	0.084	27.3 ± 8.5	27.8 ± 6.8	0.093
MM (Kg)	39.9 ± 10.0	40.0 ± 10.4	0.875	40.4 ± 9.4	40.5 ± 7.8	0.407
BM (Kg)	1.8 ± 0.5	1.8 ± 0.5	0.136	1.9 ± 0.6	1.9 ± 0.5	0.943
BMD (g/cm ²)	1.0 ± 0.1	0.8 ± 0.7	0.937	1.2 ± 0.5	1.0 ± 0.2	0.679
t score	-1.3 ± 1.2	-1.3 ± 1.1	0.722	-0.8 ± 1.6	-0.8 ± 1.3	0.682
% FM	33.2 ± 9.0	34.7 ± 8.9	0.136	39.0 ± 8.6	39.5 ± 7.2	0.309
SMI (Kg/m ²)	6.6 ± 1.3	6.5 ± 1.4	0.929	6.5 ± 1.2	6.5 ± 0.9	0.619

BMI, body mass index; FM, fat mass; MM, lean mass; BM, bone mass; BMD, bone mineral density; SMI, skeletal muscle mass index. Mean ± S.D.

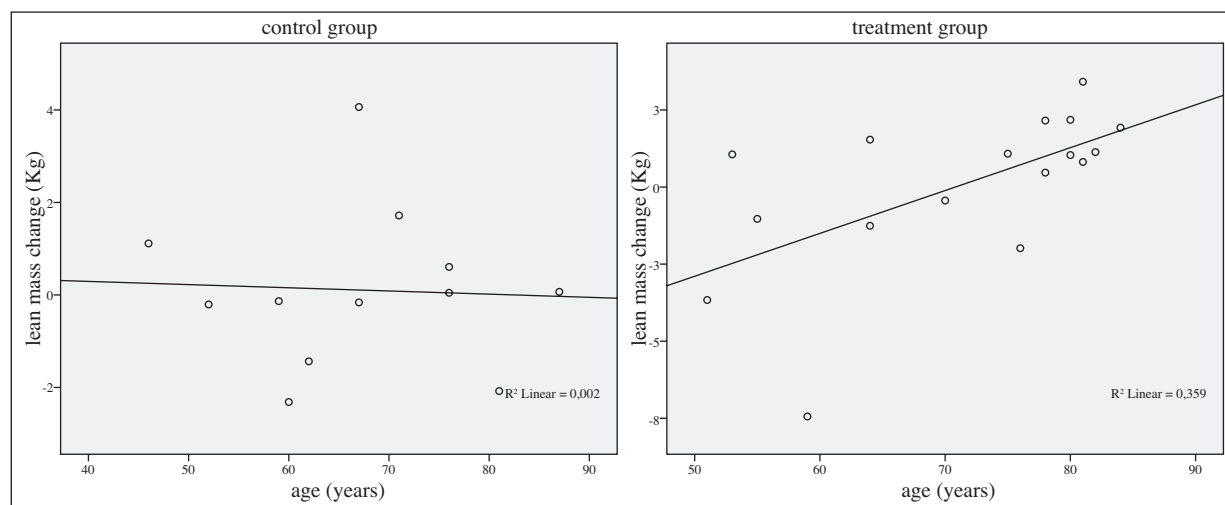


Fig. 1.—Scatter plot of age and changes of lean mass (difference before-after follow up) in each group.

Table IV
Longitudinal changes in body composition in older individuals

	Control Group			Treatment Group		
	before (n=7)	after (n=7)	p value	before (n=11)	after (n=11)	p value
weight (Kg)	60.2 ± 13.8	62.3 ± 14.4	0.310	64.1 ± 10.0	66.9 ± 9.2	0.010*
height (cm)	158.5 ± 12.8	157.8 ± 16.9	0.854	153.8 ± 7.9	153.0 ± 7.1	0.124
BMI (Kg/m ²)	24.7 ± 4.5	25.4 ± 3.2	0.398	27.3 ± 4.8	28.7 ± 4.5	0.004*
FM (Kg)	18.0 ± 0.7	19.5 ± 0.6	0.237	26.1 ± 8.5	27.8 ± 7.9	0.013*
MM (Kg)	40.4 ± 10.1	41.0 ± 11.1	0.398	36.3 ± 0.4	37.4 ± 0.4	0.033*
BM (Kg)	1.7 ± 0.6	1.8 ± 0.6	0.128	1.6 ± 0.5	1.8 ± 0.4	0.328
BMD (g/cm ²)	1.0 ± 0.1	0.7 ± 0.9	0.735	1.2 ± 0.6	1.0 ± 0.1	0.540
t score	-1.5 ± 1.4	-1.4 ± 1.4	0.396	-1.0 ± 1.4	-0.9 ± 1.3	0.672
% FM	29.8 ± 8.0	31.4 ± 7.6	0.499	40.1 ± 8.1	41.0 ± 7.0	0.248
SMI (Kg/m ²)	6.6 ± 1.2	6.8 ± 1.1	0.600	6.0 ± 0.6	6.3 ± 0.6	0.033*

BMI, body mass index; FM, fat mass; MM, lean mass; BM, bone mass; BMD, bone mineral density; SMI, skeletal muscle mass index.
Mean ± S.D.

*statistically significant result.

In the treatment group, age correlated significantly with weight gain ($r=0.692$, $p=0.002$), BMI ($r=0.705$, $p=0.002$), MM gain ($r=0.615$, $p=0.009$) and improvement of SMI ($r=0.644$, $p=0.005$). In the control group these correlations were not observed.

When only individuals age > 65 were selected, patients who have received RAI exhibited a significant gain of weight, BMI, FM and MM. The percentage of FM remained constant because the weight gain was the result of FM and MM gain.

The gain of MM and FM in this study was lower than in the Greenlund *et al.*¹⁸. Besides, bone mineral density (BMD) was unchanged in our study. It is unknown whether monitoring time beyond 12 months would yield positive data on bone mineralization. The fact that the control group has not changed its BMD down as expected over time makes prudent to extend the monitoring period at least another year.

The international guidelines for the management of SHT²⁰ consider the positive effect of restoring euthyroidism on bone metabolism in postmenopausal women. This is based on two studies. Mudde *et al.*²¹ found that distal forearm BMD, expressed as a percentage of the base-line value, was significantly ($P<0.05$) higher in patients who had received treatment for SHT at 24 months after therapy. Faber *et al.*²² found that spine and hip BMD of patients who received RAI (the median dose of ¹³¹I administered was the same as in our study) did not go down over time, in contrast with the control group where patients experimented an annual loss of 2%.

The qualitative results obtained in this work in terms of increments of FM and MM are consistent with those reported by Lonn *et al.*¹³ in patients with OHT. However, changes in the latter were higher, the sample size was the third part and the predominant patholo-

gy was different. In their study, DEXA showed as FM did not increase at 3 months, but it did at 12 months. Computerized Tomography scan was also used and detected an increase in intraperitoneal adipose tissue at 3 months, whereas at 12 months subcutaneous adipose tissue also increased. Similarly, DEXA detected an early increase in MM. The bone mineral content showed no improvement and this was attributed to a small sample size. Authors concluded that during the first months after normalization of thyroid function, the priority is to refill body skeletal muscle and intraperitoneal adipose tissue, whereas subcutaneous adipose tissue increases thereafter.

Several studies support from a physiological perspective the former changes in body composition after treatment of SHT. Martin *et al.*²³ demonstrated that hyperthyroidism accelerates protein catabolism (+12%) and the oxidation of amino acids (+24%), while protein synthesis increases only slightly (9%), resulting in a net loss of protein. Lipid accumulation during recovery of hyperthyroidism appears to be related with the decrease in lipolysis²⁴ because it has been shown that the activity of lipoprotein lipase in this situation does not increase²⁵. Also, during treatment of hyperthyroidism, MM and body mineral content increase judging by potassium²⁶ and calcium²⁷ measurements.

Increasing the MM is a clinically relevant fact, especially in elderly patients. Sarcopenia leads to dysfunction of the lower extremities, what predisposes to falls, which, together with the presence of osteopenia can increase the rate of fracture^{28,29}, morbidity and mortality. Gómez-Acotto *et al.*¹⁵ showed that the recovery of MM occurred mainly in the limbs and trunk. It has not been a purpose of this paper to assess locoregional changes in body composition.

Current international recommendations for the treatment of SHT²⁰ are based on the degree of TSH suppression, age and patient comorbidities. There is an explicit recommendation for treating patients with TSH <0.1 and age >65 years, and patients with TSH <0.1 and heart disease, osteoporosis and symptoms of hyperthyroidism. There is lack of evidence to recommend for or against treatment when TSH is between 0.1-0.5, but it should be considered in subjects >65 years and <65 years with heart disease, symptoms of hyperthyroidism and menopausal status.

This work opens the door to further prospective studies, preferably controlled studies, with the purpose of setting the indication for treatment of SHT based on changes in body composition. The indication when TSH is between 0.1-0.5 could be limited to those subjects over 65 years, as it has been the case of treatment based on cardiovascular risk assessment and the impact on bone metabolism.

In this study, only treatment of patients over 65 years has been associated with a significant gain in fat mass and, which is more important and interesting, in lean mass at 12 months.

Once again, age over 65 years seems to be a factor *per se* to indicate definitive treatment for SHT.

Acknowledgments

We thank doctors Julio Cesar Rivera Rocamora and Claudio Martínez-Madrid for the support to perform the DEXA scan study.

Author Disclosure Statement

No competing financial interests exist.

References

- Hollowell JG, Staehling NW, Flanders WD, *et al.* Serum TSH, T(4), and thyroid antibodies in the United States population (1988 to 1994): National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III). *J Clin Endocrinol Metab* 2002; 87: 489-99.
- Diez JJ. Hyperthyroidism in patients older than 55 years: an analysis of the etiology and. *Gerontology* 2003; 49: 316-23.
- Rezzonico J, Niepomniszcze H, Rezzonico M, *et al.* The association of insulin resistance with subclinical thyrotoxicosis. *Thyroid* 2011; 21: 945-9.
- Sawin CT, Geller A, Wolf PA, *et al.* Low serum thyrotropin concentrations as a risk factor for atrial fibrillation in older persons. *N Engl J Med* 1994; 331: 1249-52.
- Cappola AR, Fried LP, Arnold AM, *et al.* Thyroid status, cardiovascular risk, and mortality in older adults. *JAMA* 2006; 295: 1033-41.
- Iervasi G, Molinaro S, Landi P, *et al.* Association between increased mortality and mild thyroid dysfunction in cardiac patients. *Arch Intern Med* 2007; 167: 1526-32.
- Sgarbi JA, Matsumura LK, Kasamatsu TS, *et al.* Subclinical thyroid dysfunctions are independent risk factors for mortality in a 7.5-year follow-up: the Japanese-Brazilian thyroid study. *Eur J Endocrinol* 2010; 162: 569-77.

- Cooper DS, Biondi B. Subclinical thyroid disease. *Lancet* 2012; 379: 1142-54.
- Foldes J, Tarjan G, Szathmari M, *et al.* Bone mineral density in patients with endogenous subclinical hyperthyroidism: is this thyroid status a risk factor for osteoporosis? *Clin Endocrinol (Oxf)* 1993; 39: 521-7.
- Lee WY, Oh KW, Rhee EJ, *et al.* Relationship between subclinical thyroid dysfunction and femoral neck bone mineral density in women. *Arch Med Res* 2006; 37: 511-6.
- Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, *et al.* Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing* 2010; 39: 412-23.
- Zimmermann-Belsing T, Dreyer M, Holst JJ, *et al.* The relationship between the serum leptin concentrations of thyrotoxic patients during treatment and their total fat mass is different from that of normal subjects. *Clin Endocrinol (Oxf)* 1998; 49: 589-95.
- Lonn L, Stenlof K, Ottosson M, *et al.* Body weight and body composition changes after treatment of hyperthyroidism. *J Clin Endocrinol Metab* 1998; 83: 4269-73.
- de la Rosa RE, Hennessey JV, Tucci JR. A longitudinal study of changes in body mass index and total body composition after radioiodine treatment for thyrotoxicosis. *Thyroid* 1997; 7: 401-5.
- Gomez Acotto C, Schott AM, Hans D, *et al.* Hyperthyroidism influences ultrasound bone measurement on the Os calcis. *Osteoporos Int* 1998; 8: 455-9.
- Jacobsen R, Lundsgaard C, Lorenzen J, *et al.* Subnormal energy expenditure: a putative causal factor in the weight gain induced by treatment of hyperthyroidism. *Diabetes Obes Metab* 2006; 8: 220-7.
- Iglesias P, Díez JJ. Análisis de la composición corporal mediante bioimpedancia eléctrica en pacientes con hipertiroidismo. *Endocrinol Nutr* 2006; 53: 222-31.
- Greenlund LJ, Nair KS, Brennan MD. Changes in body composition in women following treatment of overt and subclinical hyperthyroidism. *Endocr Pract* 2008; 14: 973-8.
- Surks MI, Ortiz E, Daniels GH, *et al.* Subclinical thyroid disease: scientific review and guidelines for diagnosis and management. *JAMA* 2004; 291: 228-38.
- Bahn RS, Burch HB, Cooper DS, *et al.* Hyperthyroidism and other causes of thyrotoxicosis: management guidelines of the American Thyroid Association and American Association of Clinical Endocrinologists. *Endocr Pract* 2011; 17: 456-520.
- Mudde AH, Houben AJ, Nieuwenhuijzen Kruseman AC. Bone metabolism during anti-thyroid drug treatment of endogenous subclinical hyperthyroidism. *Clin Endocrinol (Oxf)* 1994; 41: 421-4.
- Faber J, Jensen IW, Petersen L, *et al.* Normalization of serum thyrotrophin by means of radioiodine treatment in subclinical hyperthyroidism: effect on bone loss in postmenopausal women. *Clin Endocrinol (Oxf)* 1998; 48: 285-90.
- Martin WH, 3rd, Spina RJ, Korte E, *et al.* Mechanisms of impaired exercise capacity in short duration experimental. *J Clin Invest* 1991; 88: 2047-53.
- Hellstrom L, Wahrenberg H, Reynisdottir S, *et al.* Catecholamine-induced adipocyte lipolysis in human hyperthyroidism. *J Clin Endocrinol Metab* 1997; 82: 159-66.
- Lithell H, Vessby B, Selinus I, *et al.* High muscle lipoprotein lipase activity in thyrotoxic patients. *Acta Endocrinol (Copenh)* 1985; 109: 227-31.
- Edmonds CJ, Smith T. Total body potassium in relation to thyroid hormones and hyperthyroidism. *Clin Sci (Lond)* 1981; 60: 311-8.
- Bayley TA, Harrison JE, McNeill KG, *et al.* Effect of thyrotoxicosis and its treatment on bone mineral and muscle mass. *J Clin Endocrinol Metab* 1980; 50: 916-22.
- Morley JE, Baumgartner RN, Roubenoff R, *et al.* Sarcopenia. *J Lab Clin Med* 2001; 137: 231-43.
- Guralnik JM, Ferrucci L, Simonsick EM, *et al.* Lower-extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of. *N Engl J Med* 1995; 332: 556-61.



Original/Otros

Alimentos fuentes de sodio: análisis basado en una encuesta nacional en Colombia

Diego Alejandro Gaitán^{1,3}, Alejandro Estrada^{2,3}, Gustavo Argenor Lozano³ y Luz Mariela Manjarres^{1,3}

¹Grupo de Investigación en Alimentación y Nutrición Humana. ²Grupo de Investigación Demografía y Salud. ³Escuela de Nutrición y Dietética. Universidad de Antioquia UdeA (Medellín), Colombia.

Resumen

La ingesta elevada de sodio es un factor de riesgo independiente para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares –ECV–. Por este motivo, a nivel global se promueve la implementación de la “reducción de la ingesta de sal/sodio como estrategia para la reducción de las ECV”. Para tal fin es importante identificar las fuentes de sodio en la dieta, lo cual hasta la fecha solo se ha realizado, fundamentalmente, en países desarrollados.

Objetivos: identificar los alimentos que más sodio aportan a la dieta de los colombianos, basados en los datos de la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional –ENSIN– de Colombia. Además, se pretende determinar el nivel de ingesta de sodio proveniente de alimentos en el país.

Métodos: se analizaron datos de 39.413 individuos aparentemente sanos, no gestantes, entre los 2 y los 64 años de edad, obtenidos mediante R24h en la ENSIN. Se determinaron los grupos de alimentos que suponen una fuente de sodio, así como el sodio ingerido a partir de dichos alimentos.

Resultados: se reportaron 1.274 alimentos y la agrupación de alimentos se realizó con un total de 95, los cuales aportaron un 72% del sodio total proveniente de los alimentos. Estos últimos se dividieron en 12 grupos. Dentro de estos, el de mayor aporte de sodio a la dieta fue el de productos de panadería (30,5%). El promedio de ingesta de sodio por persona proveniente del total de alimentos, sin adición de sal, fue $816,4 \pm 474,1$ mg/d. La mediana de la misma variable a nivel nacional fue de 721,0 mg/d (RQ = 476,0-1051,0). La ingesta fue mayor en hombres (784,0 mg/d; RQ = 511,0-1156,0) que en mujeres (665,0 mg/d; RQ = 448,0-953,0); $p < 0,001$.

Conclusión: el presente trabajo identificó las principales fuentes de sodio en la dieta de los colombianos y sugiere la conveniencia de priorizar estrategias para la disminución del contenido de sodio en estos grupos, en especial el grupo de productos de panadería. Igualmente, es necesario tener en cuenta la pertinencia de las estrategias según zona geográfica a la cual estén destinadas.

(Nutr Hosp. 2015;32:2338-2345)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9675

Palabras clave: Sodio. Dieta. Fuentes. Encuesta. Enfermedad cardiovascular.

Correspondencia: Diego Alejandro Gaitán.
Calle 70 N.º 52-21, Medellín, Colombia.
E-mail: diego.gaitan@udea.edu.co

Recibido: 10-VIII-2015.
Aceptado: 17-IX-2015.

FOOD SOURCES OF SODIUM: ANALYSIS BASED ON A NATIONAL SURVEY IN COLOMBIA

Abstract

A high sodium intake is an independent risk factor for Cardiovascular diseases –CVD–. Thus, a strategy to reduce blood pressure and CVD risk throughout reducing sodium intake is promoted worldwide. In order to design an adequate strategy, it is important to identify the main sources of sodium in food, which has been evaluated mainly in developed countries.

Objectives: to identify foods that provide sodium in Colombians diet, based on data from the National Nutritional Survey –ENSIN–. Furthermore, to determine sodium amount intake from foods.

Methods: data obtained by 24 hours recall (R24h) from 39 413 apparently healthy, non-pregnant population between 2-64 y old population were analyzed. Food groups source of sodium and sodium were determined.

Results: 1 274 food were reported by R24h. 95 foods contributed with 72% of total sodium from foods and were divided into 12 groups. The mayor sodium source in the diet was bakery products (30.5%). Average and median sodium intake without salt addition were: 816.4 ± 474.1 and 721.0 mg/d variable (RQ = 476.0 to 1051.0)mg/d, respectively. Sodium intake from food was higher in men (784.0 mg/d; RQ = 511.0 to 1156.0) than in females (665.0 mg/d; RQ = 448.0 to 953.0); $p < 0.001$.

Conclusion: the present study identified the main sources of sodium in Colombians diet. Based on this analysis it is important to prioritize strategies in some groups, especially bakery products. It is also necessary to consider geographical area to implement a relevant strategy.

(Nutr Hosp. 2015;32:2338-2345)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9675

Key words: Sodium. Diet. Sources. Survey. Cardiovascular disease.

Abreviaturas

ECV: Enfermedades Cardio-Vasculares.

ENSIN: Encuesta Nacional de la Situación Nutricional.

IA: Ingesta Adecuada.

R24h: Recordatorio de 24 horas.

UL: Límite superior de ingesta (por sus siglas en Ingles: Upper Level).

Introducción

El sodio es un nutriente esencial para el organismo humano, cuya ingesta adecuada (IA) en adultos es de 1500 mg/d, según el Instituto de Medicina de los Estados Unidos. De otro lado, el límite superior de ingesta (UL) se ha fijado en 2300 mg/d, considerando los posibles efectos adversos que el sodio tiene sobre la presión arterial¹. Estudios epidemiológicos recientes sugieren que la ingesta elevada de sodio es un factor de riesgo independiente para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares (ECV); en especial enfermedad cerebrovascular y eventos fatales por enfermedad coronaria². Por este motivo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y Organización Panamericana de la Salud (OPS) promueven en sus países miembros la implementación de la “Reducción de la ingesta de sal/sodio como estrategia para la reducción de las ECV”^{3,4}.

Con el fin de plantear una estrategia de reducción y evaluar las acciones implementadas, es indispensable identificar las fuentes de sodio en la dieta. A nivel internacional existen varios reportes de alimentos fuentes de sodio basados en estudios con representatividad de la población general provenientes principalmente de países desarrollados: Canadá⁵, Estados Unidos^{6,7}, Reino Unido⁸, Francia⁹ y Australia¹⁰. Solamente existe un reporte proveniente de datos poblacionales de un país en vías de desarrollo: Brasil¹¹. Este hecho es importante, considerando que la identificación de alimentos fuentes de sodio es base fundamental para un diseño de las estrategias de reducción de la ingesta del mineral¹², con pertinencia en el ámbito regional. Varios de los reportes anteriores fueron realizados utilizando el recordatorio de 24 horas (R24h) para la identificación de los alimentos fuente: Canadá⁵, Estados Unidos^{6,7,13} y Australia¹⁰.

En Colombia, durante el 2013 las ECV causaron 48.980 muertes; siendo la primera causa de mortalidad¹⁴. Adicionalmente, las ECV ocasionan una pérdida de 62.652 años de vida sana/año (AVISA), secundarios a cardiopatía hipertensiva, cardiopatía isquémica y enfermedad cerebrovascular¹⁵. De otro lado, hacia el año 1998, la ingesta de sal en la población era aproximadamente 7,97 g/d; lo cual equivaldría a consumir 3100 mg/d de sodio (~60% más del UL)¹⁶. Esta realidad epidemiológica hace que en agosto del 2011 el país adopte la propuesta de la OPS de reducción de la ingesta de sal/sodio⁴. En relación a los alimentos fuentes del

sodio, el país a la fecha no cuenta con datos poblacionales, sin embargo, en el 2005 se realizó la primera Encuesta Nacional de la Situación Nutricional (ENSIN), durante la cual se evaluó la ingesta de nutrientes mediante un R24h, en una muestra representativa de la población de 2-64 años de edad¹⁷.

Objetivos

El presente trabajo busca identificar los alimentos que más aportan sodio a la dieta de los colombianos, basados en los datos de la ENSIN. Además, determinar el nivel de ingesta de sodio proveniente de alimentos en el país.

Métodos

Población y muestra

Se analizaron los datos de 39.413 individuos aparentemente sanos, no gestantes, entre los 2 y los 64 años de edad; obtenidos mediante R24h en la ENSIN. Los datos recolectados son representativos de las zonas: cabecera municipal, centro poblado y rural dispersa de los 32 departamentos y de la capital del país. La descripción detallada del diseño de la muestra, el operativo de campo y el plan de análisis de la ENSIN se publicó previamente¹⁷. La ejecución de la encuesta cumplió con los principios éticos para la investigación con sujetos humanos de la declaración de Helsinki y su revisión en 2008 en Seúl-Korea¹⁸ y fue avalada por el Comité de Ética de Estudios Clínicos de la Asociación Probienestar de la Familia Colombiana (PROFAMILIA).

R24h

Fueron realizados por profesionales de nutrición y dietética, dirigidos y estandarizados por la Escuela de Nutrición y Dietética de la Universidad de Antioquia. A los encuestados se les preguntó sobre la ingesta de todos los alimentos, bebidas y suplementos consumidos durante el día anterior y se escribieron las respuestas en un formulario de papel. Para precisar las cantidades ingeridas se emplearon modelos de alimentos, figuras geométricas y un álbum con fotografías de utensilios en tamaño real. Se realizó un segundo R24h en una sub-muestra aleatoria equivalente al 9% del total de la muestra inicial.

Los datos se ingresaron al programa Evaluación de la Ingesta Dietética de la Escuela de Nutrición y Dietética de la Universidad de Antioquia (EVINDI), que tiene la información nutricional de las tablas de composición de alimentos de Colombia, América Latina y USDA Handbook 8 Database. La base de datos se depuró para detectar valores extremos de sodio y

estos se corrigieron con base en la información de origen; se excluyeron aquellos valores que se juzgaron inaceptables.

Identificación de los alimentos fuentes de sodio

Se realizó a partir de la información obtenida del primer R24h. El porcentaje de aporte de sodio de cada alimento a la ingesta total de la población se calculó basado en lo propuesto por Subar y colaboradores⁷. Para esto, se obtuvo el cociente de la sumatoria de la cantidad de sodio aportado por cada alimento y la sumatoria del sodio proveniente de todos los alimentos (Ecuación 1).

Posteriormente, se identificaron aquellos alimentos que contribuyeron con un porcentaje igual o mayor al 0,1% y se excluyeron los alimentos naturales (no procesados). Luego, se determinó la porción promedio ingerida de cada uno de los alimentos seleccionados; descartando aquellos que aportaban menos de 35 mg sodio/porción, lo cual es catalogado como muy bajo en sodio según la legislación colombiana¹⁹. Los alimentos seleccionados fueron agrupados de acuerdo con el criterio de los investigadores y se calculó el porcentaje de contribución de sodio de cada uno de los grupos en relación al aporte total de sodio de todos los alimentos reportados durante el R24h. Finalmente, se obtuvo la cantidad promedio de sodio ingerida por porción de cada uno de los grupos de alimentos.

Análisis de ingesta de sodio

Se realizó a partir de la información de los dos recordatorios realizados, para esto, el segundo recordatorio se utilizó con el fin de controlar la variabilidad intra-sujeto “within person” de los datos. Los datos fueron analizados mediante el programa PC-Side versión 1.0²⁰.

Análisis estadístico

Se realizó a partir de la distribución percentilar, la media, desviación estándar e intervalos de confianza del 95% de la media. Se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para la comprobación del supuesto de normalidad. Se utilizaron las pruebas U de Mann Whitney para evaluar diferencias de la ingesta de sodio proveniente de cada grupo de alimentos por sexo. El análisis de varianza de Kruskal Wallis para evaluar la ingesta de sodio proveniente de cada grupo de ali-

mentos por zona geográfica. Las comparaciones múltiples se obtuvieron por medio de la prueba U de Mann Whitney. Los datos fueron ponderados utilizando los pesos muestrales por persona. El análisis de los datos se realizó en el software SPSS versión 21 para Windows (Chicago: SPSS Inc.; 2013) y Stata versión 10.1 (Stata Corporation, 702 University Drive East, College Station, TX, USA).

Resultados

En total se reportaron 1.274 alimentos, con un aporte total de sodio de 30.349.615.000 mg. De estos alimentos, 1.114 fueron excluidos del análisis porque aportaban menos del 0,1% del sodio total, 48 por ser naturales (no procesados) y 17 porque su contenido de sodio por porción fue menor a 35 mg. Por lo tanto, la agrupación de alimentos se realizó con un total de 95, los cuales aportaron el 72% del sodio total proveniente de alimentos. Estos últimos se dividieron en 12 grupos. En la tabla I son listados los grupos de alimentos en orden descendente según su porcentaje de contribución de sodio a la dieta de los colombianos y en la tabla II se muestra los grupos de alimentos y su aporte de sodio por porción promedio ingerida. Las diferencias en el aporte de sodio por porción del grupo de alimento por sexo y zona, se muestran en las tablas III y IV, respectivamente.

El promedio de ingesta de sodio por persona proveniente del total de alimentos, sin adición de sal, fue 816,4±474,1 mg/d. La mediana de la misma variable a nivel nacional fue de 721,0 mg/d (RQ=476,0-1051,0). La ingesta fue mayor en hombres (784,0 mg/d; RQ=511,0-1156,0) que en mujeres (665,0 mg/d; RQ=448,0-953,0); p<0,001.

Discusión

El primer hallazgo llamativo de este estudio es que el grupo de alimentos que más aporta sodio a la dieta de los colombianos es el de productos de panadería (30,5% de aporte total del sodio proveniente de alimentos). Este mismo grupo es una de las principales fuentes de sodio en el resto de países que han evaluado la variable: Francia⁹ (24,2%), Canadá⁵ (12,2%), Brasil¹¹ (11%), Estados Unidos¹³ (14,0%) y 14,9% en niños de Australia¹⁰. Lo anterior, avala la focalización de las estrategias planteadas en el grupo de alimentos de panadería a nivel internacional, aún en países en vías de desarrollo. Llama la atención que el aporte porcentual de sodio de los productos de panadería en Colom-

Ecuación 1: cálculo del porcentaje de sodio aportado por cada alimento reportado en la ENSIN.

$$\% \text{ de aporte de sodio del alimento X} = \frac{(\Sigma \text{ sodio aportado por el alimento X (mg)})}{\Sigma \text{ del sodio aportado por todos los alimentos (mg)}} * 100$$

Tabla I
Alimentos fuente de sodio entre individuos de 2 a 64 años de edad (ENSIN 2005)¹

<i>Clasificación</i>	<i>Grupo de alimentos</i>	<i>n</i>	<i>Aporte total de sodio (%)²</i>	<i>Porcentaje acumulado de sodio %</i>
1	Panadería	24175	30,5	30,5
2	Embutidos	5676	9,2	39,7
3	Caldos, Cremas, Productos deshidratados y Aderezos	5611	7,4	47,1
4	Preparaciones tradicionales	2235	7,2	54,3
5	Quesos y lácteos	11226	7,1	61,4
6	Snacks	3041	4,5	65,9
7	Comidas rápidas	788	3,2	69,1
8	Grasas	2174	1,1	70,2
9	Enlatados	1762	0,9	71,1
10	Cereales listos para el desayuno	471	0,4	71,5
11	Bebidas	570	0,4	72,0
12	Frutos secos (maní)	125	0,1	72,0

¹Encuesta Nacional de la Situación Nutricional.

²Relativo al total de sodio aportado por 1.274 alimentos sin adición de sal.

Tabla II
Aporte de sodio por porción promedio ingerida de cada uno de los grupos de alimentos fuente

<i>Grupo de alimentos</i>	<i>n</i>	<i>Media±Desv.</i>	<i>IC 95%¹</i>	<i>P50±RQ²</i>
Panadería	24175	421,7±374,8	412,3; 431,2	312,0±312,0
Embutidos	5676	543,3±472,4	519,4; 567,1	357,3±416,3
Caldos, Cremas, Productos deshidratados y Aderezos	5611	415,4±484,2	391,7; 439,2	276,0±466,8
Preparaciones tradicionales	2235	951,3±681,8	904,1; 998,6	611,5±611,5
Quesos y lácteos	11226	217,4±201,1	211,4; 223,4	143,5±182,1
Snacks	3041	335,7±302,1	319,6; 351,8	184,0±241,8
Comidas rápidas	788	1109,8±596,3	1031,8; 1187,8	987,9±470,5
Grasas	2174	67,6±79,3	61,7; 73,4	43,2±56,2
Enlatados	1762	176,0±187,8	158,1; 193,9	113,3±132,1
Cereales listos para el desayuno	471	238,6±153,6	219,4; 257,8	203,4±242,1
Bebidas	570	186,4±136,5	167,8; 205,0	133,0±185,9
Frutos secos (maní)	125	168,3±121,5	138,4; 198,2	105,7±101,6

¹IC 95%: Intervalo de confianza 95%.

²P50±RQ: Mediana ± Rango intercuartílico.

bia es diez puntos porcentuales mayor al reportado en Francia⁹ (país considerado como el principal consumidor de pan a nivel global). Este hecho podría deberse a que en la encuesta de Francia los alimentos naturales no fueron excluidos de los análisis (vegetales, carnes, frutas, huevos y pescados).

De otro lado, en el presente trabajo 7,2% del aporte de sodio en la dieta provino del grupo de preparaciones tradicionales, ocupando el cuarto lugar en aporte res-

pecto a los demás grupos. Este hecho recobra importancia, teniendo en cuenta que este grupo de alimentos corresponden a platos típicos de la región (empanadas de guiso, tamales), por lo tanto no son reportados en estudios provenientes de otras latitudes y es importante tenerlos en cuenta en el diseño de estrategias de reducción con pertinencia local.

Considerando la poca factibilidad de disminuir el contenido de sodio de los alimentos naturales, en el

Tabla III
Alimentos fuente de sodio entre individuos de 2 a 64 años de edad (ENSIN)¹, según sexo

Grupo de alimentos	Femenino				Masculino				P4
	n	Media±Desv.	IC 95% ²	P50±RQ ³	n	Media±Desv.	IC 95% ²	P50±RQ ³	
Panadería	12810	378,8±308,8	368,6; 388,9	285,8±288,2	11365	470,2±432,4	453,9; 486,5	353,1 ±404,9	0,00
Embutidos	2779	483,8±389,5	459,9; 507,7	353,2±318,9	2897	600,3±534,1	560,2; 640,4	426,1 ±498,4	0,00
Caldos, Cremas, Productos deshidratados y Aderezos	2879	394,8±461,5	362,2; 427,4	276,0±466,8	2733	437,1 ±506,1	402,3; 471,9	306,7±471,9	0,01
Preparaciones tradicionales	936	871,1 ±540,9	808,8; 933,3	611,5±611,5	1298	1009,3±762,5	941,3; 1077,2	611,5±611,5	0,01
Quesos y lácteos	5990	201,3±183,3	193,8; 208,9	143,5±188,0	5236	235,8±218,3	226,3; 245,4	149,2±177,0	0,00
Snacks	1520	315,4±264,8	297,2; 333,6	184,0±220,5	1520	356,0±334,3	329,7; 382,4	210,0±262,8	0,02
Comidas rápidas	356	1058,5±463,4	987,9; 1129,1	987,9±470,5	432	1151,9±684,4	1023,0;1280,8	987,9±470,5	0,59
Grasas	1197	60,0±60,3	54,8; 65,2	43,2±50,3	976	76,9±96,9	65,5; 88,3	49,6±53,3	0,00
Enlatados	890	152,8±155,8	132,7; 173,0	107,6±94,6	871	199,7±213,2	170,5; 228,9	141,6±120,9	0,00
Cereales listos para el desayuno	265	237,1 ±145,6	211,5; 262,8	179,7±223,7	206	240,4±163,6	211,4; 269,3	203,4±257,6	0,72
Bebidas	293	191,9±152,3	161,5; 222,3	90,1 ±211,9	277	180,6±117,5	160,2; 200,9	133,0±175,9	0,9010
Frutos secos	67	152,0±124,6	115,4; 188,7	105,7±150,4	58	187,2±116,0	140,2; 234,2	203,3±97,6	0,05

¹Encuesta Nacional de la Situación Nutricional.

²IC 95%: Intervalo de confianza 95%.

³P50±RQ: Mediana ± Rango intercuartílico.

⁴Prueba U de Mann Whitney. Diferencias por sexo.

Tabla IV
Alimentos fuente de sodio entre individuos de 2 a 64 años de edad (ENSIN)¹, según zona

Grupo de alimentos	Cabeecera			Centro poblado			Rural disperso			P ⁴			
	n	Media±Desv.	IC 95% ²	P50±RQ ³	n	Media±Desv.	IC 95% ²	P50±RQ ³	n		Media±Desv.	IC 95% ²	P50±RQ ³
Panadería	19613	449,1±393,3	437,8; 460,3	338,2±362,2 ^a	2705	314,7±264	302,3; 327,1	247,5±248,9 ^b	1857	289,3±228,1	275,0; 303,6	223,2±239,9 ^c	0,000
Embutidos	4986	539,8±467,3	513,7; 565,9	357,3±410,2	415,6	595,7±576,9	516,3; 675,2	357,8±466,5	274	526,1±377,9	454,4; 597,8	441,5±353,2	0,336
Caldos, Cremas, Productos deshidratados y Aderezos	4402	402,6±487,4	374,5; 430,7	276,0±466,8 ^a	669	436,2±458,0	386,1; 486,4	345,0±379,5 ^b	541	494,1±481,8	428,2; 560,0	345,0±512,1b ^c	0,000
Preparaciones tradicionales	1915	960,2±661,3	909,6; 1010,8	611,5±611,5 ^a	184,1	1079,3±955,1	875,1; 1283,5	611,5±611,5 ^a	135	651,8±375,3	574,0; 729,5	611,5±492,8 ^b	0,000
Quesos y lácteos	9194	208,2±196,1	201,5; 214,8	143,5±188,0 ^a	1432	284,3±224,8	267,4; 301,2	280,0±289,0 ^b	600	199,8±186,1	181,8; 217,8	140,0±177,0 ^c	0,000
Snacks	2574	336,6±303,0	318,2; 354,9	184,0±262,8	311,0	341,7±316,8	305,8; 377,5	220,5±178,2	156	309,9±256,0	267,5; 352,4	184,0±178,2	0,319
Comidas rápidas	753	1117,4±602,6	1036,5; 1198,3	987,9±470,5 ^a	28,4	1015,3±388,7	-	987,9±470,5 ^a	7	675,5±436,8	-	412,2±353,9 ^b	0,017
Grasas	1889	68,5±82,5	61,9; 75,1	43,2±56,2 ^a	143,2	55,9±46,6	46,4; 65,3	43,2±62,0 ^a	142	67,3±57,4	52,4; 82,2	49,6±54,0 ^b	0,005
Enlatados	1416	186,0±197,1	164,6; 207,5	135,2±138,1 ^a	160,1	136,9±161,5	100,9; 172,9	107,6±73,6 ^b	185	133,2±110,8	111,2; 155,1	107,6±107,6 ^{bc}	0,000
Cereales listos para el desayuno	442	239,6±155,6	219,2; 259,9	187,6±242,1	26	218,4±97,5	-	234,5±106,4	3	264,7±278,1	-	212,8±0,0	0,999
Bebidas	492	185,7±134,7	165,4; 206,0	133,0±211,9	65	183,5±152,2	136,7; 230,4	133,0±175,9	14	225,1±127,0	-	217,6±287,4	0,094
Frutos secos (maní)	104	165,8±120,5	133,1; 198,4	105,7±132,8	15,5	148,9±111,0	-	105,7±109,8	5	271,2±142,6	-	211,4±219,5	0,066

¹Encuesta Nacional de la Situación Nutricional.

²IC 95%: Intervalo de confianza 95%.

³P50±RQ: Mediana ± Rango intercuartílico.

⁴Prueba de Kruskal Wallis. Diferencias entre localidad. Comparaciones múltiples con prueba U de Mann Whitney.

Letras distintas en la misma fila (grupo de alimentos) indica diferencias significativas p<0,05 prueba U de Mann Whitney.

presente trabajo se decidió excluir estos alimentos del análisis de los datos; lo cual podrían subestimar o sobreestimar el aporte de sodio de algunos grupos de alimentos. No obstante, se identifican los grupos de alimentos procesados que aportan sodio a la dieta de la población. Lo anterior, explica además la ausencia de aporte de sodio proveniente de algunos alimentos comunes en Colombia como el arroz y leguminosas, las cuales, en contraste, son una importante fuente en Brasil (12,3-22,0% según edad y sexo) el otro país de la región que evaluó la ingesta de sodio basado en un estudio poblacional¹¹.

Un dato relevante de este estudio es el que reporta la contribución de sodio por porción real de consumo de alimento. En el caso de las comidas rápidas y las preparaciones tradicionales, una sola porción aporta el 63% y 74% de la IA, respectivamente. Si se tienen en cuenta los demás alimentos que un individuo consume durante el día, es relevante que se ingiera tal cantidad de sodio en una sola porción de alimento.

El presente estudio se interesó, además, en diferencias en la ingesta de sodio y alimentos fuentes atribuibles al sexo y a la zona geográfica. Con relación al sexo, se observó que la ingesta de sodio proveniente de alimentos es, aproximadamente, 16% mayor en hombres que en mujeres. A pesar de que en el presente estudio no se realizó un control por la ingesta total de energía, la ENSIN estimó que la media de consumo de calorías en hombres fue mayor que en mujeres, 2019 kcal/d (IC95%: 1996-2042) y 1511 (IC95%: 1496-1526), respectivamente¹⁷, lo cual podría explicar las diferencias en el consumo de sodio proveniente de alimentos. De manera similar en la población de Estados Unidos las diferencias del consumo de sodio por sexo fueron explicadas por diferencias en el consumo de energía¹³. En el caso de Brasil, la ingesta de sodio en hombres se mantuvo mayor que en mujeres aun cuando fue ajustada por ingesta energética¹¹.

Con relación al análisis por zona geográfica es necesario aclarar que dicha clasificación no es la más usada a nivel internacional. Sin embargo, existe un gradiente que marca extremos entre la cabecera municipal y la zona rural dispersa; siendo la segunda, la de mayor ruralidad del país. Es interesante observar que en las categorías de alimentos en las cuales se observaron diferencias en el aporte de sodio por porción por zona: a) siempre las diferencias fueron significativas entre cabecera y rural dispersa, b) con excepción del grupo de caldos y aderezos, se evidenció un mayor aporte de sodio por porción en la cabecera que en la zona rural dispersa y c) en el caso de los productos de panadería, el aporte de sodio por porción es un 36% menor en el rural disperso que en la cabecera. Bajo la mirada de los determinantes de la salud, los datos anteriores sugieren la necesidad de tener en cuenta la pertinencia de las estrategias según zona a la cual estén dirigidas.

El promedio de consumo de sodio proveniente de alimentos reportado en este trabajo (816,4 mg/d) fue un 74% menor al reportado para el país¹⁶ en el año 1998

(3100 mg/d). Adicionalmente, los reportes internacionales de ingesta de sodio basados en encuestas de consumo^{5-11,13} oscilan entre los 2230-3393 mg/d. Lo anterior sugiere una subestimación importante de la ingesta de sodio en el presente trabajo, la cual se debe principalmente a que el R24h no es la prueba de oro para determinar esta variable²¹. De otro lado, el R24h de la ENSIN no contempló la adición de sal durante la preparación de los alimentos o durante la adición en mesa, sin embargo, se ha estimado que el 77% del sodio de la dieta proviene del procesamiento y solo 5,1% de la preparación y 6% de la adición en mesa²². Por lo tanto, es necesario considerar otras explicaciones para la subestimación. En este sentido, es necesario tener en cuenta que las tablas de composición utilizadas en el presente trabajo no se derivan de análisis bromatológicos de los alimentos consumidos en la región. No obstante lo anterior, la subestimación de la ingesta de sodio no es crítica para los resultados de este estudio, cuyo objetivo principal fue identificar los alimentos que más aportan sodio a la dieta; más que un valor absoluto de la ingesta del mineral.

En conclusión, el presente trabajo identificó las principales fuentes de sodio en la dieta de los colombianos y sugiere la conveniencia de priorizar estrategias para la disminución de contenido de sodio en estos grupos, en especial el grupo de productos de panadería. Igualmente, es necesario tener en cuenta la pertinencia de la estrategia según zonageográfica a la cual estén destinadas.

Agradecimientos

Agradecemos al Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) y al Instituto Nacional de Salud (INS), instituciones gubernamentales que tienen la propiedad intelectual y los derechos sobre la base de datos ENSIN 2005 de la cual se deriva este análisis.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no presentan ningún tipo de conflicto de intereses.

Referencias

1. United States. Institute of Medicine of the National Academies. Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate. Panel on Dietary Reference Intakes for Electrolytes and Water. Washington, D.C.: The National Academies Press; 2005.
2. Aburto NJ, Ziolkovska A, Hooper L, Elliott P, Cappuccio FP, Meerpohl JJ. Effect of lower sodium intake on health: systematic review and meta-analyses. *BMJ* 2013; 346: f1326.
3. World Health Organization. Salt reduction. Fact sheet No. 393; 2014.
4. Legetic B, Campbell N. Reducing salt intake in the Americas: Pan American Health Organization actions. *J Health Commun* 2011; 16(2): 37-48.

5. Fischer PW, Vigneault N, Huang R, Arvaniti K, Roach P. Sodium food sources in the Canadian diet. *Appl Physiol Nutr Metab* 2009; 34(5): 884-92.
6. Cotton PA, Subar AF, Friday JE, Cook A. Dietary sources of nutrients among US adults, 1994 to 1996. *J Am Diet Assoc* 2004; 104(6): 921-30.
7. Subar AF, Krebs-Smith SM, Cook A, Kahle LL. Dietary sources of nutrients among US adults, 1989 to 1991. *J Am Diet Assoc* 1998; 98(5): 537-47.
8. Gibson S, Ashwell M. Dietary patterns among British adults: compatibility with dietary guidelines for salt/sodium, fat, saturated fat and sugars. *Public Health Nutr* 2011; 14: 1323-36.
9. Meneton P, Lafay L, Tard A, Dufour A, Ireland J, Ménard J, Volatier JL. Dietary sources and correlates of sodium and potassium intakes in the French general population. *Eur J Clin Nutr* 2009; 63: 1169-75.
10. Grimes CA, Campbell KJ, Riddell LJ, Nowson CA. Sources of sodium in Australian children's diets and the effect of the application of sodium targets to food products to reduce sodium intake. *Br J Nutr* 2011; 105(3): 468-77.
11. de Moura Souza A, Bezerra IN, Pereira RA, Peterson KE, Sichiari R. Dietary sources of sodium intake in Brazil in 2008-2009. *J Acad Nutr Diet* 2013; 113(10): 1359-65.
12. Liu ZM, Ho SC, Tang N, Chan R, Chen YM, Woo J. Urinary sodium excretion and dietary sources of sodium intake in chinese postmenopausal women with prehypertension. *PLoS One* 2014; 1;9(8): e104018.
13. Hoy MK, Goldman JD, Murayi T, Rhodes DG, Moshfegh AJ [Internet]. Sodium Intake of the U.S. Population: What We Eat In America, NHANES 2007-2008. Food Surveys Research Group Dietary. Data Brief No. 8. October 2011. [Cited 2011 Dic 14]. Available from: <http://www.ars.usda.gov/News/docs.htm?docid=19476>
14. Colombia. Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE). Defunciones por grupos de edad y sexo, según departamentos de residencia y grupos de causas de defunción (lista Colombia 105 para la tabulación de mortalidad). Bogotá; 2012. [citado 2012 Dic 2]. Disponible en: http://www.dane.gov.co/index.php?option=com_contentview=articleid=1807Itemid=119.
15. Acosta N, Peñaloza R, Rodríguez J. Carga de enfermedad Colombia 2005: resultados alcanzados: Pontificia Universidad Javeriana, Cendex; 2008. [citado 2012 Dic 2]. Disponible en: http://www.cendex.org.co/GPES/informes/PresentacionCarga_Informe.pdf
16. Ruiz H, Jiménez G. Prevalencia de los desórdenes por deficiencia de yodo e ingestión promedio de sal Colombia: 1994-1998. Bogotá: Ministerio de Salud; 2001.
17. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF). Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia, 2005. Bogotá; 2006.
18. World Medical Association [Internet]. WMA Declaration of Helsinki-Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. 2008 [Cited 2015 Jun 25]. Available from: <http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/>
19. Colombia. Ministerio de la Protección Social. Resolución No. 333 de 2011. Reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado nutricional que deben cumplir los alimentos envasados para consumo humano; 2011.
20. Iowa State University [Internet]. PC-SIDE (PC Software for Intake Distribution Estimation). Available from: <http://www.side.stat.iastate.edu>
21. Elliott P, Stamler J, Nichols R, Dyer A, Stamler R, Kesteloot H, Marmot M. Intersalt revisited: further analyses of 24 hour sodium excretion and blood pressure within and across populations. Intersalt Cooperative Research Group. *BMJ* 1996; 312(7041): 1249-53.
22. Mattes RD, Donnelly D. Relative contributions of dietary sodium sources. *J Am Coll Nutr* 1991; 10(4): 383-93.



Original/Otros

Propuesta de una nueva fórmula de estimación del gasto energético en reposo para población sana española

Sandra de la Cruz Marcos¹, Beatriz de Mateo Silleras¹, M.^a Alicia Camina Martín¹, Laura Carreño Enciso¹, Alberto Miján de la Torre^{1,2}, José E. Galgani^{3,4} y M.^a Paz Redondo del Río¹

¹Área de Nutrición y Bromatología. Departamento de Pediatría. Facultad de Medicina. Universidad de Valladolid, España.

²Servicio de Medicina Interna (Nutrición). Hospital Universitario de Burgos, España. ³Departamento de Nutrición, Diabetes y Metabolismo. Escuela de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile (Santiago), Chile. ⁴UDA-Ciencias de la Salud, Carrera de Nutrición y Dietética. Escuela de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile (Santiago), Chile.

Resumen

Introducción: aunque se dispone de técnicas precisas y exactas para la estimación del GER, como la calorimetría indirecta (CI), en la práctica diaria se precisan métodos rápidos, fáciles de aplicar y económicos, como los modelos predictivos.

Objetivo: desarrollar una nueva ecuación predictiva del gasto energético en reposo (GER) para población española adulta sana.

Métodos: se determinó el GER en 95 sujetos sanos con normopeso mediante CI. Se utilizó la regresión lineal múltiple para la obtención del modelo, empleando como criterios analíticos la Cp de Mallows y el R² ajustado. Se estudió el comportamiento del modelo generado en una muestra de 39 sujetos con IMC ≥ 25 kg/m² mediante el coeficiente de correlación intraclass (ICC) y la prueba de Bland-Altman. La significación se alcanzó con $p < 0,05$.

Resultados: la edad media fue de 42 años (rango: 23,0–63,2). El valor medio del GER estimado fue de 1.589,1 kcal/d (312,0). La ecuación seleccionada fue: [GER (kcal/d) = 1.376,4 – 308 Sexo (V = 0; M = 1) + 11,1 Peso (kg) – 8 Edad (años)] (R²: 0,68; EE: 175,95). El CCI entre el nuevo modelo predictivo y la CI fue de 0,901 (IC del 95%: 0,851 – 0,934) en la muestra con normopeso. La aplicación del modelo en la muestra de sujetos con IMC ≥ 25 kg/m² alcanzó una buena concordancia (CCI de 0,880; IC del 95%: 0,772 – 0,937).

Conclusiones: se presenta un nuevo modelo de estimación del GER para población sana española fácilmente aplicable en la práctica diaria, que incluye las variables sexo, edad y peso. La ecuación propuesta presenta un comportamiento adecuado en sujetos con IMC ≥ 25 kg/m².

(Nutr Hosp. 2015;32:2346-2352)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9680

Palabras clave: Gasto energético. Gasto energético en reposo. Calorimetría indirecta. Ecuación predictiva del gasto energético en reposo.

Correspondencia: Sandra de la Cruz Marcos.
Facultad de Medicina, Área de Nutrición y Bromatología.
Universidad de Valladolid. C/ Ramón y Cajal, 7. 47005 Valladolid
E-mail: sandradelacruzmarcos@yahoo.es

Recibido: 24-VII-2015.
Aceptado: 17-VIII-2015.

PROPOSAL FOR A NEW FORMULA FOR ESTIMATING RESTING ENERGY EXPENDITURE FOR HEALTHY SPANISH POPULATION

Abstract

Introduction: although there are precise and accurate techniques for estimating resting energy expenditure, like the indirect calorimetry (IC), daily practice needs faster, easier and cheaper methods as the predictive equations.

Objective: the aim of the study was to develop a new predictive equation for estimating resting energy expenditure (REE) for healthy Spanish population.

Methods: the REE of 95 healthy normal weighted volunteers was determined by indirect calorimetry (IC). The new equation was obtained by multiple lineal regression by using the analytical criteria of the Cp of Mallows and the adjusted R². Then, the behavior of the new formula was studied in a group of overweight volunteers through the intraclass correlation coefficient (ICC) and Bland-Altman plots. The level of signification was reached at $p < 0,05$.

Results: the average age was 42 years (range: 2.0–63.2). Mean REE determined by IC was 1589.1 kcal/d (312.0). The selected equation was: [y = 1376.4 – 308 Sex (M = 0; W = 1) + 11.1 Weigh (kg) – 8 Age (years)] (R²: 0.68; EE: 175.95). The ICC between the new equation and the IC in normal weighted subjects was 0.901 (95% CI: 0.851 – 0.934). The new formula showed a good level of agreement in the overweight group (ICC: 0.880; 95% IC: 0.772 – 0.937).

Conclusions: we propose a new predictive equation for estimating the REE for healthy Spanish population which has an easy application and includes sex, age and weigh. The selected equation shows an adequate behavior in overweight subjects too.

(Nutr Hosp. 2015;32:2346-2352)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9680

Key words: Energy expenditure. Resting energy expenditure. Indirect calorimetry. Predictive equation of resting energy expenditure.

Abreviaturas

CI: calorimetría indirecta.
CCI: coeficiente de correlación intraclase.
CC: composición corporal.
GEB: gasto energético basal.
GER: gasto energético en reposo.
GET: gasto energético total.
IMC: índice de masa corporal.
MG: masa grasa.
MLG: masa libre de grasa.
OMS/WHO: Organización Mundial de la Salud.

Introducción

El gasto energético total (GET) se define como la cantidad de energía que requiere un sujeto, durante 24 horas, para mantener una masa corporal y un peso adecuado de forma estable. De entre los componentes del GET, el gasto energético basal (GEB) supone entre el 60 y el 70% del GET en sujetos sedentarios y aproximadamente el 50% en sujetos activos, por lo que es considerado el componente mayoritario¹.

El término de metabolismo basal fue acuñado en 1899 por Magnus-Levy, quien insistió en la importancia de utilizar unas estrictas condiciones ambientales estandarizadas en el diseño de experimentos para el estudio del metabolismo². Sin embargo, estas recomendaciones no se llevaron a la práctica hasta los trabajos de Bedale³ de los años 20. Por otra parte, en 1950 la FAO⁴ propuso utilizar el gasto energético para el cálculo de los requerimientos energéticos, en lugar de emplear la ingesta de alimentos, como se hacía hasta entonces. Esta propuesta, junto con el creciente interés por el estudio de la biología y la etiología de la obesidad, consiguieron hacer resurgir el interés por el estudio del GEB².

En la actualidad se considera que la calorimetría indirecta (CI) es la técnica de referencia para la estimación del GEB⁵. Sin embargo, con objeto de minimizar posibles errores de estimación, el método requiere unas estrictas condiciones de medida. Una de ellas, el confinamiento del sujeto la noche previa a la determinación, ha motivado que, en general, se acepte como equivalente del GEB el gasto energético en reposo (GER)⁶⁻⁸, aspecto que no se tiene en cuenta en la estimación de este último⁹. Por tanto, para determinar el GER el sujeto se mantiene despierto, tumbado en posición de decúbito supino, tras 10-12 horas de ayuno, 8 horas de inactividad y en estado de relajación mental. La temperatura de la habitación debe mantenerse a 22-26°C, de modo que el sujeto no ponga en marcha mecanismos de producción o disipación de calor². Para evitar el estrés asociado a la técnica de medida (uso de canopio, mascarilla o boquilla) es importante que el individuo esté familiarizado con el aparato.

A pesar de los grandes avances que ha sufrido la técnica calorimétrica, en la actualidad el método más

utilizado en la práctica clínica para la estimación del GER son las ecuaciones predictivas. Esto es debido fundamentalmente a que los modelos predictivos pueden ser aplicados a cualquier persona, están ampliamente disponibles y no tienen coste económico.

En 1915 DuBois desarrolló la primera fórmula de estimación del GER. Desde entonces se han publicado numerosos modelos diferentes que incluyen distintas variables predictoras, como la edad, el peso o la talla. Sin embargo, los modelos diseñados en los últimos años tienden a incorporar variables de composición corporal (masa grasa (MG), masa libre de grasa (MLG)).

Aunque la OMS recomendaba la utilización de la ecuación de Schofield, basada en variables físicas simples, para la estimación del GER en la población sana⁸, estudios posteriores, como los realizados por Henry², evidenciaron que este modelo sobreestimaba el GER, debido, probablemente, a distorsiones de la muestra empleada para el desarrollo de la ecuación. Los modelos predictivos utilizados adecuadamente ofrecen estimaciones correctas del GER, pero cuando se aplican en poblaciones diferentes a aquellas con las que fueron desarrolladas presentan una gran variabilidad¹⁰⁻¹³. Estudios previos de nuestro grupo de investigación han evidenciado que las ecuaciones más utilizadas para estimar el GER en poblaciones similares a la nuestra presentan gran variabilidad respecto a los valores obtenidos por calorimetría indirecta¹⁴.

El objetivo del presente estudio fue, por tanto, desarrollar una nueva ecuación predictiva del gasto energético en reposo (GER) para población española adulta sana.

Material y métodos

Se ha realizado un estudio descriptivo transversal en el Área de Nutrición y Bromatología de la Universidad de Valladolid. El proyecto contó con la aprobación del comité ético del centro y los protocolos empleados siguieron los criterios de la Declaración de Helsinki.

Para el desarrollo de la ecuación predictiva, se seleccionaron consecutivamente 95 voluntarios sanos (45 varones y 50 mujeres) residentes en Castilla y León con edades comprendidas entre 19 y 65 años. Se incluyeron sujetos con un índice de masa corporal (IMC) inferior a 25 kg/m², que prestaran su consentimiento a participar en el estudio y aceptasen cumplir con las normas del mismo. Posteriormente, se procedió a reclutar otros 39 sujetos (22 varones y 17 mujeres), de los cuales el 76,9% (20 varones y 10 mujeres) presentaron sobrepeso y el 23,1% restante (2 varones y 7 mujeres) obesidad con el objetivo de estudiar el comportamiento de la nueva ecuación en poblaciones con un IMC mayor o igual a 25 kg/m².

Se recogió la historia clínico-nutricional de cada participante en el estudio mediante una entrevista personal. Se determinó el gasto energético en reposo

(GER) mediante calorimetría indirecta, con un calorímetro de mascarilla (Fitmate COSMED, Roma, Italia), siguiendo el protocolo del fabricante. Se realizó un estudio de la composición corporal con un analizador de impedancia monofrecuencia (AKERN BIA-101, Florencia, Italia), según el protocolo de Lukaski¹⁵. A partir de los datos generados durante el análisis de la impedancia, se calculó la MLG de los pacientes, utilizando la ecuación de Kyle¹⁶. La MG se estimó a partir de la diferencia entre el peso corporal de los sujetos y la MLG. Todas las determinaciones se realizaron a primera hora de la mañana, tras 10-12 horas de riguroso ayuno, sin haber fumado ni realizado ningún tipo de ejercicio el día anterior.

Se incluyeron las variables que tras la revisión bibliográfica evidenciaron una mayor influencia en el GER: sexo, edad, peso, talla y composición corporal (MLG y MG, tanto en kilogramos como en porcentaje)^{12,17-22}.

Las variables se describieron como media (desviación standard) o mediana (percentil 5-percentil 95), en función de la normalidad de su distribución (Kolmogorov-Smirnov). La fórmula se desarrolló a partir de los datos obtenidos por CI mediante regresión lineal múltiple, utilizando como criterios analíticos la Cp de Mallows y el R² ajustado. Finalmente se verificó el comportamiento de la ecuación seleccionada en el grupo con IMC $\geq$ 25 kg/m², mediante el Coeficiente de Correlación Intraclass (CCI) y la prueba de Bland-Altman. La significación estadística se alcanzó con p<0,05. Se utilizó el programa SPSS 18.0 para el análisis estadístico.

Resultados

La edad media de los sujetos con IMC<25 kg/m² fue de 42 años (rango: 23 a 63 años). El IMC medio fue de 22,16 kg/m²^{1,9}. En la muestra con sobrepeso u

obesidad, la edad media de los individuos fue de 45,2 años (rango: 23 a 65 años) y el IMC de 26,7 kg/m² (25,2-34,1). En ambos casos, los varones presentaron significativamente mayores valores de peso, talla y MLG, y menores valores de MG que las mujeres. En la muestra de sujetos con normopeso, el IMC también fue estadísticamente superior en los varones, aunque sin ninguna relevancia clínica. Sin embargo, en el caso de los sujetos con IMC $\geq$ 25 kg/m² fueron las mujeres quienes presentaron un IMC significativamente superior (29,4 (3,4) y 26,5 (25,3-32,3) kg/m² respectivamente). (Tabla I)

El GER medio estimado por CI de los sujetos con normopeso fue de 1589,1 kcal/d (312,0). Se observaron diferencias estadísticamente significativas en el gasto de varones y mujeres [1822,3 kcal/d (224,3) y 1379,3 kcal/d (216,1), respectivamente]. En el caso de la muestra con sobrepeso u obesidad el GER fue de 1750,6 kcal/d (390,7) y también se encontraron diferencias estadísticamente significativas en función del sexo [1958,3 kcal/d (324,3) los varones y 1481,8 kcal/d (297,2) las mujeres].

El análisis de regresión lineal múltiple para la obtención de la ecuación generó 255 modelos diferentes. El modelo seleccionado incluyó las variables: sexo, peso y edad, con una Cp de Mallow de 2,27 y un R² ajustado de 0,680 (Tabla II). La ecuación seleccionada fue:

$$[y = 1376,4 - 308 S + 11,1 P - 8 E (R^2: 0,68; p < 0,001)]$$

Dónde: S: sexo (0 = varones y 1 = mujeres); P: peso (kg) y E: edad (años)

El modelo cumplió el criterio de normalidad de los residuales, no se observó ninguna vulneración de la linealidad ni de la homogeneidad de variancias ni se encontró ningún sujeto alejado influyente. Además no se observó colinealidad entre las variables del modelo. Se rechaza, por tanto, la posibilidad de que las estima-

Tabla I
Características de la muestra

	Sujetos con IMC < 25 kg/m ²			Sujetos con IMC $\geq$ 25 kg/m ²		
	Varones (n=45)	Mujeres (n=50)	Total (n=95)	Varones (n=22)	Mujeres (n=17)	Total (n=39)
Edad (años)	41,6 (13,0)	42,3 (13,7)	41,9 (13,3)	42,6 (13,5)	48,7 (11,8)	45,2 (13,0)
Peso (kg)	70,4 (7,3)*	58,7 (5,8)	64,3 (8,7)	84,2 (10,7)	77,5 (12,5)	81,3 (11,9)
Talla (cm)	175,1 (6,8)*	163,0 (6,1)	168,7 (8,9)	176,4 (7,7)*	162,2 (5,8)	170,2 (9,9)
IMC(kg/m ²)	22,9 (1,7)*	22,1 (1,4)	22,2 (1,9)	26,5 (25,3-32,3)*,†	29,4 (3,4)	26,7 (25,2-34,1)†
MLG (%)	79,7 (70,7-93,2)*,†	69,2 (4,9)	74,6 (7,8)	73,2 (5,0)*	60,3 (4,3)	67,6 (8,0)
MG (%)	20,3 (6,8-29,3)*,†	30,8 (4,9)	25,4 (7,8)	26,8 (5,0)*	39,7 (18,1)	32,4 (8,0)
GER (Kcal/d)	1822,3 (224,3)*	1379,3 (216,1)	1589,1 (312,0)	1958,3 (324,3)*	1481,8 (297,2)	1750,6 (390,7)

IMC: índice de masa corporal; MLG: masa libre de grasa; MG: masa grasa.

†Mediana (p5-p95). *p<0,05 varones vs mujeres.

ciones de los coeficientes de regresión sean inestables. En suma, los resultados de las técnicas de exploración de los problemas que pueden afectar al análisis de la regresión y determinar si los supuestos del modelo se consideraran positivos, indican que el modelo de regresión múltiple estimado cumple adecuadamente las condiciones de aplicación.

Al aplicar el modelo seleccionado la media del GER en la muestra con normopeso fue de 1590,4 kcal (273,7) y un CCI de 0,901 (IC del 95%: 0,851 – 0,934). El GER medio estimado en la muestra de sujetos con $IMC \geq 25$ kg/m² fue de 1750,6 kcal/d (390,7) y un CCI de 0,880 (IC del 95%: 0,772 – 0,937) (Tabla III).

El comportamiento de la fórmula en la muestra total (sujetos con $IMC \geq 18,9$ kg/m²) fue adecuado (Fig. 1). Los gráficos Bland-Altman no presentaron ninguna tendencia en la nube de puntos y a nivel analítico, tanto las diferencias medias como las pendientes del análisis de regresión registradas fueron pequeñas.

Discusión

Las técnicas calorimétricas, aunque se han convertido en algo habitual en la práctica clínica, requieren una importante inversión inicial y no están exentas de

Tabla II
Análisis de regresión de la fórmula desarrollada

Coeficientes ^a						
Modelo	B(ES)	Beta	t	Sig.	IC del 95,0%	para B
(Constante)	1376,4 (212,5)		6,48	<0,001	954,3	1798,5
Sexo	-308,0 (48,7)	-0,49	-6,32	<0,001	-404,8	-211,2
Peso (kg)	11,1 (2,8)	0,31	3,94	<0,001	5,5	16,6
Edad (años cumplidos)	-8,0 (1,4)	-0,34	-5,83	<0,001	-10,7	-5,3

a. Variable dependiente: Calorimetría (kcal/d).

Tabla III
Comportamiento de la ecuación en la muestra con $IMC > 25$ kg/m²

n	Dif. Media (SD)	Bland - Altman					Estudio de concordancia		
		Estadísticos							
		R ^{2*}	b (SEE)	P	a (SEE)	P	CCI	IC (95%)	P
39	-32,0 (223,9)	0,23	0,35 (0,10)	0,001	-646,37 (177,40)	0,001	0,88	(0,77 - 0,94)	<0,001

*R² corregida.

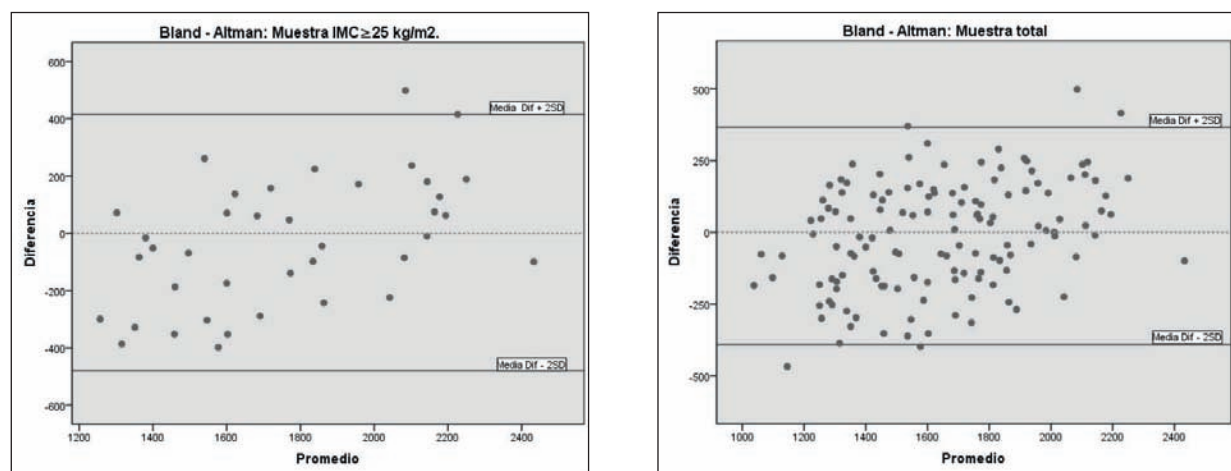


Fig. 1.—Análisis de Bland-Altman de la ecuación seleccionada en la muestra con $IMC \geq 25$ kg/m² y en la muestra total.

ciertas limitaciones en algunos pacientes⁵. Los modelos predictivos de estimación del GER son fácilmente aplicables en cualquier situación y en cualquier sujeto. Por tanto, son técnicas mucho más prácticas, simples, rápidas, accesibles y económicas. Estos métodos, a pesar de ser considerados menos exactos debido a que en ocasiones sobreestiman o infraestiman el GER incluso entre sujetos de una misma población, se consideran buenos métodos de predicción si se utilizan adecuadamente¹. El presente estudio pretende desarrollar una nueva ecuación predictiva del GER para la población española adulta sana, tras constatar que las ecuaciones más utilizadas en la población sana española no presentan un buen comportamiento frente a la calorimetría indirecta¹⁴.

La muestra de sujetos seleccionada para el desarrollo de la ecuación estuvo formada por individuos adultos sanos de etnia caucásica, con igual número de varones y mujeres. Aunque la mayoría de los trabajos en los que se han desarrollado ecuaciones predictivas para la estimación del GER en población general incluyen sujetos con normopeso, sobrepeso, obesidad e incluso bajo peso para la talla²³⁻²⁶, en el presente estudio se incluyeron sólo sujetos con normopeso, de acuerdo al IMC, dado que el objetivo del trabajo era obtener una fórmula aplicable en población sana.

Siguiendo las evidencias científicas, se optó por la CI como técnica de referencia para el desarrollo de la fórmula⁵. El modelo de calorímetro empleado, así como su protocolo de medición, han demostrado una adecuada validez para la estimación del GER²⁷⁻³¹. Sin embargo, hay que tener en cuenta que se utilizó un calorímetro de mascarilla, y que algunos estudios han documentado que con este sistema los sujetos pueden hiperventilar durante los primeros minutos de registro^{2,32,33}, aunque otros autores no han observado diferencias entre el uso de canopio o mascarilla^{32,34,35}.

Para la selección de las variables a incluir en el análisis de regresión lineal múltiple para la obtención de la nueva ecuación, se tuvieron en cuenta los trabajos de Ravussin¹⁷ y Johnstone¹⁸. Ravussin¹⁷ estableció que la variabilidad intraindividual del GER supone entre el 0.2 y el 0.9%, y que entre el 73 y el 82% de la variancia del GET se explica por diferencias en el peso y la talla; también documentó que el GER se relaciona con el masa libre de grasa (MLG), pero no con el porcentaje graso. Por otra parte, los estudios de Johnstone¹⁸ observaron una mayor variabilidad intraindividual del GER (hasta el 2%), y que la mayor parte del GER se explica por la MLG, la masa grasa (MG) y la edad. En base a estos modelos, se decidió incluir en la ecuación de predicción como posibles variables independientes el peso, la talla, la MLG, la MG y la edad.

El sexo es otra variable determinante del GER. Algunos modelos de estimación la incorporan directamente, mientras que otros consideran que al incluir en la ecuación variables de composición corporal, las diferencias en función del sexo desaparecen^{17,18,36}, puesto que las mujeres, en general, presentan menor MLG

que los varones¹⁹. No obstante, se ha observado que, tras un ajuste apropiado, el GER en las mujeres muestra diferencias estadísticamente significativas con el GER de los varones³⁷. Por ello se decidió incluir independientemente la variable sexo, ya que, en caso de no ser determinante, sería descartada durante el análisis de regresión.

La ecuación seleccionada finalmente incluyó los determinantes con mayor peso en la variabilidad del GER en la muestra evaluada: sexo, peso y edad. Nuestro trabajo, por tanto, se mantiene en la tendencia habitual entre los autores más clásicos de incluir únicamente variables simples^{23,38-42}. Estudios previos de nuestro grupo de investigación determinaron que las ecuaciones que contienen el peso y/o la talla se comportan mejor en la estimación del GER que las que tienen en cuenta variables de composición corporal¹⁴. Resultados ya obtenidos en otros trabajos, como el de Korth⁴³, evidencian que los modelos que no incluyen variables de composición corporal presentan menor variabilidad y, por tanto, mejores resultados. La posible causa de las discrepancias observadas en ambos tipos de modelos es el uso de distintas técnicas en la determinación de la composición corporal. Sin embargo, en la actualidad, los nuevos modelos tienden a incluir estas variables, ya que la MLG es considerada uno de los mejores predictores del GER^{17,18,22,44-46}.

Como ya se ha comentado, la mayoría de los estudios dirigidos a desarrollar nuevas ecuaciones predictivas del GER han incluido sujetos con distintas catalogaciones nutricionales. Pero también se han llevado a cabo otros trabajos con objeto de obtener modelos específicos para personas con sobrepeso y obesidad, puesto que las ecuaciones para población general no presentaban un adecuado comportamiento en estos sujetos^{13,36}. Esta tendencia a crear modelos predictivos demasiado específicos complica enormemente su uso en la práctica diaria. Contar con una ecuación que *a priori* presenta un comportamiento adecuado tanto en población con normopeso como en sujetos con sobrepeso u obesidad, facilitaría la generalización en el uso de los modelos predictivos.

El modelo obtenido se probó en una segunda muestra de estudio formada por 39 sujetos de ambos sexos con sobrepeso u obesidad, y se observó un buen comportamiento (CCI de 0,880; IC del 95%: 0,772 – 0,937).

La principal limitación del presente trabajo es la falta de randomización de la muestra. Sin embargo, se propone un modelo de estimación del GER válido para población adulta sana con IMC $\geq$ 18,5 kg/m², útil en la práctica diaria.

Agradecimientos

El equipo investigador agradece su colaboración a todos los voluntarios que han participado en el estudio.

Referencias

- Pinheiro Volp AC, Esteves de Oliveira FC, Duarte Moreira Alves R, Esteves EA, Bressan J. Energy expenditure: components and evaluation methods. *Nutricion hospitalaria* 2011; 26(3): 430-40.
- Henry CJK. Basal metabolic rate studies in humans: measurement and development of new equations. *Public Health Nutrition* 2005; 8(7A): 1133-52.
- Bedale EM. Energy Expenditure and Food Requirements of Children at School. Proceedings of the Royal Society of London B: *Biological Sciences* 1923; 94(662): 368-404.
- FAO. Calorie requirements: Report of the Committee on Calorie Requirements. Rome: FAO Nutritional Studies; 1950.
- Haugen HA, Chan LN, Li F. Indirect calorimetry: a practical guide for clinicians. *Nutr Clin Pract* 2007; 22(4): 377-88.
- Cunningham JJ. Body composition as a determinant of energy expenditure: a synthetic review and a proposed general prediction equation. *Am J Clin Nutr* 1991; 54(6): 963-9.
- Figuerola-Colon R, Franklin FA, Goran MI, Lee JY, Weinsier RL. Reproducibility of measurement of resting energy expenditure in prepubertal girls. *Am J Clin Nutr* 1996; 64(4): 533-6.
- Human energy requirements: report of a joint FAO/ WHO/ UNU Expert Consultation. *Food and nutrition bulletin* 2005; 26(1): 166-.
- Ahima RS. Principles of Human Energy Metabolism. In: Galgani J, Ravoussin E, editors. Principles of Human Energy Metabolism. New York (USA): Springer; 2011.
- Esteves de Oliveira FC, de Mello Cruz AC, Goncalves Oliveira C, Rodrigues Ferreira Cruz AC, Mayumi Nakajima V, Bressan J. Energy expenditure of healthy Brazilian adults: a comparison of methods. *Nutricion hospitalaria* 2008; 23(6): 554-61.
- Weekes CE. Controversies in the determination of energy requirements. *Proceedings of the Nutrition Society* 2007; 66(3): 367-77.
- Foster GD, Wadden TA, Vogt RA. Resting energy expenditure in obese African American and Caucasian women. *Obes Res* 1997; 5(1): 1-8.
- Parra-Carriedo A, Cherem-Cherem L, Galindo-De Noriega D, Díaz-Gutiérrez MC, Pérez-Lizaso AB, Hernández-Guerrero C. Comparación del gasto energético en reposo determinado mediante calorimetría indirecta y estimado mediante fórmulas predictivas en mujeres con grados de obesidad I a III. *Nutricion Hospitalaria* 2013; 28: 357-64.
- de la Cruz Marcos S, de Mateo Silleras B, Camina Martín MA, Carreño Enciso L, Miján de la Torre A, Galgani JE, Redondo del Río P. Concordancia entre calorimetría indirecta y modelos predictivos en una población sana española. *Nutr Hosp* 2015; 32(2): En prensa.
- Lukaski HC, Bolonchuk WW. Estimation of body-fluid volumes using tetrapolar bioelectrical impedance measurements. *Aviation Space and Environmental Medicine* 1988; 59(12): 1163-9.
- Kyle UG, Genton L, Karsgaard L, Slosman DO, Pichard C. Single prediction equation for bioelectrical impedance analysis in adults aged 20-94 years. *Nutrition* 2001; 17(3): 248-53.
- Ravussin E, Lillioja S, Anderson TE, Christin L, Bogardus C. Determinants of 24-hour energy-expenditure in man - methods and results using a respiratory chamber. *Journal of Clinical Investigation* 1986; 78(6): 1568-78.
- Johnstone AM, Murison SD, Duncan JS, Rance KA, Speakman JR. Factors influencing variation in basal metabolic rate include fat-free mass, fat mass, age, and circulating thyroxine but not sex, circulating leptin, or triiodothyronine. *American Journal of Clinical Nutrition* 2005; 82(5): 941-8.
- Heymsfield SB, Thomas D, Bosy-Westphal A, Shen W, Peterson CM, Muller MJ. Evolving concepts on adjusting human resting energy expenditure measurements for body size. *Obes Rev* 2012; 13(11): 1001-14.
- Speakman JR, Westerterp KR. Associations between energy demands, physical activity, and body composition in adult humans between 18 and 96 y of age. *Am J Clin Nutr* 2010; 92(4): 826-34.
- Mataix J. Nutrición y alimentación Humana. 2ª ed. Madrid: Ed. Ergon; 2009.
- Wang Z, Heshka S, Gallagher D, Boozer CN, Kotler DP, Heymsfield SB. Resting energy expenditure-fat-free mass relationship: new insights provided by body composition modeling. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2000; 279(3): E539-45.
- Bernstein RS, Thornton JC, Yang MU, Wang J, Redmond AM, Pierson RN, et al. Prediction of the resting metabolic rate in obese patients. *Am J Clin Nutr* 1983; 37(4): 595-602.
- DeLorenzo A, Andreoli A, Matthie J, Withers P. Predicting body cell mass with bioimpedance by using theoretical methods: a technological review (vol 82, pg 1542, 1997). *Journal of Applied Physiology* 1997; 83(6): CP4-CP.
- Heshka S, Yang MU, Wang J, Burt P, Pi-Sunyer FX. Weight loss and change in resting metabolic rate. *Am J Clin Nutr* 1990; 52(6): 981-6.
- Johnstone AM, Rance KA, Murison SD, Duncan JS, Speakman JR. Additional anthropometric measures may improve the predictability of basal metabolic rate in adult subjects. *Eur J Clin Nutr* 2006; 60(12): 1437-44.
- Lupinsky L, Singer P, Theilla M, Grinev M, Hirsh R, Lev S, et al. Comparison between two metabolic monitors in the measurement of resting energy expenditure and oxygen consumption in diabetic and non-diabetic ambulatory and hospitalized patients. *Nutrition* 2015; 31(1): 176-9.
- Vandarakis D, Salacinski AJ, Broeder CE. A comparison of COSMED metabolic systems for the determination of resting metabolic rate. *Res Sports Med* 2013; 21(2): 187-94.
- Langius JA, Steensma A, Kaloter CX, Groen PM, Vlieland FM, Visser WA, et al. PP177-SUN: Portable Indirect Calorimetry for Estimating Resting Metabolic Rate both Reliable and Feasible in Community Dietetics. *Clinical Nutrition* 33: S86.
- El Ghoch M, Alberti M, Capelli C, Calugi S, Battistini NC, Pellegrini M, et al. Resting energy expenditure assessment in anorexia nervosa: comparison of indirect calorimetry, a multisensor monitor and the Muller equation. *Int J Food Sci Nutr* 2012; 63(7): 796-801.
- Franchini E, de Moraes Bertuzzi RC, Takito MY, Kiss MA. Effects of recovery type after a judo match on blood lactate and performance in specific and non-specific judo tasks. *Eur J Appl Physiol* 2009; 107(4): 377-83.
- Isbell TR, Klesges RC, Meyers AW, Klesges LM. Measurement reliability and reactivity using repeated measurements of resting energy expenditure with a face mask, mouthpiece, and ventilated canopy. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1991; 15(2): 165-8.
- Hagedorn T, Savina C, Coletti C, Paolini M, Scavone L, Neri B, et al. Calorimetry in obese women: comparison of two different operating indirect calorimeters together with the predictive equation of Harris and Benedict. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism* 2011; 4(2): 117-25.
- McAnena OJ, Harvey LP, Katzeff HL, Daly JM. Indirect calorimetry: comparison of hood and mask systems for measuring resting energy expenditure in healthy volunteers. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1986; 10(6): 555-7.
- Segal KR. Comparison of indirect calorimetric measurements of resting energy expenditure with a ventilated hood, face mask, and mouthpiece. *Am J Clin Nutr* 1987; 45(6): 1420-3.
- de Luis DA, Aller R, Izaola O, Romero E. Prediction Equation of Resting Energy Expenditure in an Adult Spanish Population of Obese Adult Population. *Annals of Nutrition and Metabolism* 2006; 50(3): 193-6.
- Ravussin E, Lillioja S, Knowler WC, Christin L, Freymond D, Abbott WG, et al. Reduced rate of energy expenditure as a risk factor for body-weight gain. *N Engl J Med* 1988; 318(8): 467-72.
- Benedict FG. The Factors Affecting Normal Basal Metabolism. *Proc Natl Acad Sci USA* 1915; 1(2): 105-9.
- Schofield WN. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Hum Nutr Clin Nutr* 1985; 39 Suppl 1: 5-41.
- Owen OE, Kaval E, Owen RS, Polansky M, Caprio S, Mozzoli MA, et al. A reappraisal of caloric requirements in healthy women. *Am J Clin Nutr* 1986; 44(1): 1-19.

41. Owen OE, Holup JL, D'Alessio DA, Craig ES, Polansky M, Smalley KJ, *et al.* A reappraisal of the caloric requirements of men. *Am J Clin Nutr* 1987; 46(6): 875-85.
42. Cunningham JJ. A reanalysis of the factors influencing basal metabolic rate in normal adults. *Am J Clin Nutr* 1980; 33(11): 2372-4.
43. Korth O, Bosy-Westphal A, Zschoche P, Glüer CC, Heller M, Müller MJ. Influence of methods used in body composition analysis on the prediction of resting energy expenditure. *Eur J Clin Nutr* 2007; 61(5): 582-9.
44. Nelson KM, Weinsier RL, Long CL, Schutz Y. Prediction of resting energy expenditure from fat-free mass and fat mass. *Am J Clin Nutr* 1992; 56(5): 848-56.
45. Mifflin MD, St Jeor ST, Hill LA, Scott BJ, Daugherty SA, Koh YO. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. *Am J Clin Nutr* 1990; 51(2): 241-7.
46. de Jonge L, Bray GA, Smith SR, Ryan DH, de Souza RJ, Loria CM, *et al.* Effect of diet composition and weight loss on resting energy expenditure in the POUNDS LOST study. *Obesity* (Silver Spring) 2012; 20(12): 2384-9.

Cartas al director

¿Es válido el uso del Índice
de Masa Corporal para evaluar
la obesidad en personas musculosas?



*Is it useful to use the Body Mass
Index to assess obesity
in muscular people?*

Señor director:

Recientemente ha sido publicado en su estimada revista un interesante artículo¹ referido a la valoración dietética de personas con dismorfia muscular (vigorexia) usuarias de salas de musculación. En la metodología empleada en la investigación de referencia de dicho trabajo se evaluó la variable estado corporal mediante el Índice de Masa Corporal (IMC), calificando a los sujetos en las habituales categorías de normopeso, sobrepeso u obesidad, según los parámetros comúnmente aceptados para dicho índice.

Al respecto conviene recordar que la obesidad se define como un exceso de grasa corporal en relación al peso total, y que su correcta valoración debería realizarse mediante la determinación del porcentaje de grasa que tiene cierta persona. Dado que este tipo de valoraciones suelen ser complicadas y requerir de unas habilidades técnicas singulares, es habitual recurrir al IMC como indicador indirecto de obesidad, indicador que es de fácil cálculo (solo se requiere relacionar el peso y la altura) y que suele correlacionar, en la población general, bastante bien con el porcentaje de grasa de una persona.

No obstante, el IMC tiene ciertas limitaciones que no aconsejan su uso indiscriminado y sin matizar, por ejemplo, esto ocurre en la valoración de niños y ancianos. De igual forma, el IMC no puede utilizarse en personas musculosas, como previsiblemente son algunas de las personas de la muestra del artículo que estamos comentando, para determinar si son obesas o no. Es habitual que las personas musculosas tengan un porcentaje de grasa bajo, y en algunos casos extremadamente bajo, y sin embargo tengan un valor de IMC alto, debido al elevado peso obtenido a través del desarrollo de mucha masa magra. Un IMC de 32 en una persona muy musculosa con un porcentaje de masa grasa por debajo del 15 % no es indicador de obesidad, aunque dicho estado corporal pueda merecer otras valoraciones. La estimación del sobrepeso o la obesidad en personas musculosas

recurriendo solo al IMC puede conllevar la calificación como falsos positivos (obesos) de sujetos que no lo son, lo cual ya ha sido puesto en evidencia por la literatura científica^{2,3,4,5}.

En personas musculosas o muy musculosas la valoración de sobrepeso u obesidad conviene realizarla evaluando el porcentaje de grasa corporal por las técnicas habituales (bioimpedancia, plicometría, etc.), así como su distribución (perímetro cintura, ratio cintura/cadera, etc.) y no utilizar exclusivamente técnicas tan indirectas como el IMC, que solo considera el peso y la altura.

Referencias

1. Martínez A, Cortés E, Rizo MM, Gil VF. Valoración de la dieta de usuarios de sala de musculación con dismorfia muscular. *Nutr Hosp.* 2015; 32 (1): 324-329.
2. Alasagheirín MH, Clark MK, Ramey SL, Grueskin EF. Body mass index misclassification of obesity among community police officers. *AAOHN J.* 2011; 59: 469-475.
3. Gómez MC, Ávila L. La obesidad: un factor de riesgo cardiometabólico. *Medicina de Familia.* 2008; 8 (2): 91-97.
4. Jitnarín N, Poston WSC, Haddock CK, Jahnke S, Tuley BC. Accuracy of body mass index-defined overweight in fire fighters. *Occup Med (Lond)* 2013; 63: 227-230.
5. Jitnarín N, Poston WSC, Haddock CK, Jahnke SA, Day RS. Accuracy of Body Mass Index-defined Obesity Status in US Firefighters. *Safety and Health at Work.* 2014; 5 (3): 161-164.

José I. Baile¹

¹Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad a Distancia de Madrid.

Correspondencia: Facultad de Ciencias de la Salud.
Universidad a Distancia de Madrid.
Ctra. de la Coruña, km 38,500, 28400-Collado Villalba (Madrid).
E-mail: josegnacio.baile@udima.es

Recibido: 6-VII-15.

Aceptado: 15-VIII-15.

Coincidimos plenamente con la apreciación realizada como carta al editor y con título “¿Es válido el uso del Índice de Masa Corporal para evaluar la obesidad en personas musculosas?”.

Como concluíamos en un artículo previo¹, la definición de dismorfia muscular (DM), o vigorexia, es un concepto claramente psicológico y difícilmente diagnosticable mediante medidas antropométricas. Encontrando que el riesgo de padecer dicha patología se incrementa con el grado de obesidad (medido mediante el IMC). Son conocidas las limitaciones del IMC aplicado en deportistas con alto desarrollo muscular,

debido a que genera falsos resultados de obesidad desde un punto de vista patológico, relacionado con un alto porcentaje graso.

Nuestra utilización del IMC es secundaria a la definición como variable principal de padecer o no DM, tanto en el estudio del uso de complementos nutricionales como factor de riesgo de DM², como en el último artículo citado por los autores de dicha carta al editor³. La clasificación de los individuos según padezcan o no DM se realizó a través de una escala validada en la población española, independiente de las medidas antropométricas, y que solo valoró factores psicológicos.

Las apreciaciones realizadas en esta carta al editor pueden abrir un enfoque adicional y muy interesante para el estudio de la DM, midiendo grasa corporal, índice cintura-talla, índice de conicidad, etc.

Referencias

1. Martínez Segura A, Rizo Baeza MM, Sánchez Ferrer M, Reig García-Galbis M, Cortés Castell E. Relación entre variables antropométricas y dismorfia muscular en gimnastas de la provincia de Alicante. *Nutr Hosp* 2014; 30(5): 1125-9.
2. Martínez Segura A, Cortés Castell E, Martínez Amoros N, Rizo Baeza MM. Factores de riesgo nutricionales para dismorfia muscular en usuarios de sala de musculación. *Nutr Hosp*. 2015; 31(4): 1733-1737.
3. Martínez Segura A, Cortés Castell E, Rizo Baeza MM, Gil Guillén VF. Valoración de la dieta de usuarios de sala de musculación con dismorfia muscular (vigorexia). *Nutr Hosp* 2015; 32(1): 324-9.

Asier Martínez Segura, Mercedes Rizo Baeza, Ernesto Cortés Castell.

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9598

Cartas al director

Comportamiento del eje entero-insular
en una población deportista;
influencia de la dieta y el ejercicio

*Performance of entero-insular axis
in an athletic population: diet and
exercise influence*



Señor director:

El artículo “*Comportamiento del eje entero-insular en una población deportista; influencia de la dieta y el ejercicio*” (Nutr Hosp 2015; 31:2187-2194) es el resultado de una colaboración en la que buena parte del trabajo ha sido financiado con un proyecto del que soy investigadora principal (IP). Los datos y parte del texto publicados en Nutr Hosp 2015 pertenecen a un manuscrito que he envidado sucesivamente a varias revistas para su publicación, como última autora y autora de correspondencia, la última de ellas a la revista *Metabolism* (18.05.2015), con el conocimiento de todos los autores, incluidos los doctores Mangas y Toro, quienes no me comunicaron que habían enviado ya el artículo a su revista (09.02.2015). Tan solo he tenido conocimiento de esta publicación al realizar recientemente una búsqueda bibliográfica.

En el artículo publicado en Nutr Hosp 2015, tanto la IP como otros autores reales del trabajo hemos quedado en el anonimato por la decisión desautorizada de quienes enviaron el manuscrito a su revista. Exceptuando al Dr. Mangas y la Dra. Toro, ninguno de los autores incluidos en el Nutr Hosp 2015 contribuyó a la obtención de los datos ni redactó los manuscritos originales.

La revista *Nutrición Hospitalaria* se ha limitado a publicar un artículo científico, sin conocer que se estaban omitiendo los autores reales, pero esta situación podría ser aún más grave si otra revista hubiera aceptado simultáneamente el artículo que, con todo derecho, enviamos para su publicación. Los experimentos incluidos en el artículo Nutr Hosp 2015 fueron diseñados y realizados por mí con la ayuda de JA Alonso; el análisis se hizo con equipamiento del laboratorio del Dr. García Cózar; D. Corrales participó en la recogida de muestras y toma de los hábitos alimentarios; la Dra. MJ Santi colaboró en la contrastación y validación de los datos nutricionales y el Dr. Valle ha contribuido al análisis de los datos estadísticos y a corregir la última versión del trabajo. Todos ellos, junto con el Dr. Aguado, han participado en la redacción y corrección de las diversas versiones del manuscrito. En el material

suplementario pueden encontrarse los archivos justificativos (datos Bioplex, manuscrito enviado a la revista *Metabolism*, ...).

Por todo ello, consideramos imprescindible que los autores se retracten de la publicación y que cualquier referencia a la misma sea excluida de las bases de datos bibliográficas.

M.^a Carmen Durán Ruiz¹

¹Bioquímica y Biología Molecular. Dpto. Biomedicina, Biotecnología y Salud Pública.

Correspondencia: Facultad de Ciencias.

Torre Sur, Primera planta. Avda. República Saharaui S/N, Polígono del Río, San Pedro.

C.P. 11519, Puerto Real, Cádiz.

E-mail: maricarmen.duran@gm.uca.es

Recibido: 27-VII-2015.

Aceptado: 15-VIII-2015.

En relación con la carta dirigida a su revista por la Sra. Durán Ruiz, queremos realizar las siguientes puntualizaciones:

1. Los resultados del artículo al que esta persona hace referencia (Nutr Hosp. 2015; 31:2187-2194) pertenecen a un trabajo de investigación diseñado única y exclusivamente por el Prof. Mangas, y por mí misma. Este trabajo fue estructurado en dos partes, con el objeto de realizar dos tesis doctorales de las cuales ambos somos directores. La primera de ellas fue presentada y defendida por D.^a Digna Corrales en 2013, otorgándosele la máxima calificación. La segunda está pendiente de su presentación y defensa.

2. En este escenario, la Sra. Durán Ruiz, justificando su autoría, hace referencia a la financiación de una buena parte del mismo con fondos de un proyecto de investigación del que ella es investigadora principal. Efectivamente, ella es investigadora principal del proyecto del ISCIII PI12-02680 (se envía archivo adjunto) cuyo título es “Evaluación del papel regenerativo de las células endoteliales progenitoras en la aterosclerosis y su potencial aplicación como terapia celular alternativa”, otorgado en 2012 y con fecha de finalización en 2015. Este proyecto se solicitó a un equipo de investigación constituido por el Prof. Alipio Mangas, el Sr. Francisco Manuel Vega Moreno y yo misma, en el que somos investigadores colaboradores a tiempo completo. El referido proyecto de investigación está basado en el estudio de placas de ateromas de localización carotídea obtenidas mediante endarterectomía. Es obvio que se trata de un proyecto de investigación que no tiene relación con el trabajo de nutrición y deporte presentado a su revista; asimismo, la población, lógicamente,

así como las técnicas empleadas para el desarrollo del mismo, son diferentes a las planteadas en el mencionado artículo. Ello implica, por una parte, la inexactitud argumental de la Sra. Durán Ruiz y, por otra, el desconcierto que nos motiva su decisión de financiación, con este fondo, de un estudio ajeno y sin relación con el proyecto de investigación al que hace referencia.

3. La Sra. Durán reclama su autoría y la de otros colaboradores a los que ella denomina “autores reales”. Queremos señalar que los autores que han colaborado en este trabajo de investigación, concretamente en la realización de las determinaciones de laboratorio de los Servicios Centrales de la Universidad de Cádiz, (Dr. García Cozar, José Ángel Alonso y la propia Sra. Durán) han sido firmantes en la primera parte de este trabajo (ver *Nutr Hosp.* 2014; 30:1110-1117), no figurando el resto de colaboradores cuya autoría reclama la Sra. Durán-Ruiz y que, por supuesto, desconocemos en qué medida han podido colaborar a requerimiento de la misma. Destacar que, en el mejor de los casos por desconocimiento, estaban trabajando con unos datos en cuya obtención obviamente no habían participado y que, por cuestiones éticas, tendrían que habernos puesto en conocimiento para que pudiéramos hacer las pertinentes aclaraciones.

4. Reafirmarnos que en la segunda parte de este trabajo publicado en el artículo (*Nutr Hosp.* 2015;

31:2187-2194), al que hace referencia la Sra. Durán Ruiz, están incluidos los autores que deben figurar por su implicación en el mismo, independientemente de su parecer.

5. El hecho de que la Sra. Durán Ruiz haya enviado posteriormente a la publicación de este artículo un manuscrito a “*Metabolism*”, sin nuestro conocimiento, con el uso de datos cuya propiedad intelectual nos pertenece, y con unos autores que no han participado en el trabajo original ni en el desarrollo de las tesis doctorales, no demuestra ninguna de las razones esgrimidas en la carta que le remite.

6. Por todo ello, dado que la Sra. Durán Ruiz es conocedora del envío y posterior publicación de estos resultados, cualquier intento de publicar los mismos provocaría una serie de consecuencias legales a las que, muy a nuestro pesar, nos veríamos obligados a atender, para defender nuestra honestidad y rigor científico, herramientas con las que trabajamos diariamente.

Quedamos a su disposición para cualquier aclaración o documentos que precisen para verificar nuestros argumentos.

Rocío Toro¹

¹*Departamento de Medicina. Universidad de Cádiz (Cádiz).*

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9690