

# Nutrición Hospitalaria



Órgano Oficial

Sociedad Española de Nutrición Clínica y Metabolismo | Sociedad Española de Nutrición | Federación Latino Americana de Nutrición Parenteral y Enteral | Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética

## Editorial

Veintiséis años del registro NADYA de SENPE. Una nueva etapa..... 1255

## Trabajos Originales

### Paciente crítico

Eficacia del aporte calórico en pacientes con patología traumática..... 1257

Relación entre la escala de riesgo nutricional NUTRIC y el hipermetabolismo proteico en pacientes críticos ventilados..... 1263

### Pediatría

Perception of obese schoolchildren regarding their participation in the Physical Education class and their level of self-esteem: comparison according to corporal status..... 1270

Physical fitness reference standards in Macedonian children and adolescents: the MAKFIT study..... 1275

### Nutrición en el anciano

Nutrients associated with diseases related to aging: a new healthy aging diet index for elderly population..... 1287

Alzheimer's disease: nutritional status and cognitive aspects associated with disease severity..... 1298

### Obesidad y síndrome metabólico

Oxygen pulse as a protective factor of insulin resistance in sedentary women with overweight or obesity..... 1305

Influence of subacute physical exercise on medium- and long-chain fatty acid profile in serum of individuals with overweight..... 1310

### Valoración nutricional

Comportamiento hacia los alimentos y su asociación con el estado nutricional y la actividad física en una población general chilena..... 1316

Cribado nutricional en pacientes oncológicos: análisis de tres métodos..... 1324

Anthropometry and performance of top youth international male basketball players in Spanish national academy..... 1331

Estudio multicéntrico preliminar sobre el estado nutricional en hospitalización a domicilio (HaD) con una misma aplicación informática de valoración nutricional..... 1340

Evaluación del consumo de bebidas, ingesta dietética de agua y adecuación a las recomendaciones de un colectivo de escolares españoles de 7 a 12 años.... 1347

### Epidemiología y dietética

¿Hay riesgo de efectos adversos por el consumo de nutrimentos a partir de productos alimenticios adicionados en México?..... 1356

Validación de una encuesta para determinar la prevalencia en el uso de suplementos en deportistas de élite españoles..... 1366

Studying food security among students: a comparative case study between public and private universities in Quito-Ecuador..... 1372

Food insecurity was associated with low quality diet and low HDL level in mothers of Northwest Mexico relying on fisheries for livelihood..... 1379

### Otros

Assessment of thyroid function, ioduria and oxidative stress in women in the first trimester of pregnancy..... 1387

Effect of symbiotic supplementation on fecal calprotectin levels and lactic acid bacteria, *Bifidobacteria*, *Escherichia coli* and *Salmonella* DNA in patients with cervical cancer..... 1394

Análisis de las acciones de promoción de la actividad física desarrolladas por las universidades públicas valencianas..... 1401

Relación del nivel de actividad física y de la composición corporal en el control postural en adultos varones..... 1416

Implicaciones cognitivas en la estimación psicofísica del sabor..... 1424

## Revisiones

Dysbiosis and metabolic endotoxemia induced by high-fat diet..... 1432

¿Cómo mejorar la hidratación y la ingesta hídrica en las personas mayores institucionalizadas? Una revisión de la literatura científica..... 1441

## Artículos Especiales

Consensus document on exclusion diets in irritable bowel syndrome (IBS)..... 1450

9.ª Lección Jesús Culebras: "El valor de la nutrición clínica"..... 1467

Importancia de los alimentos lácteos en la salud cardiovascular: ¿enteros o desnatados?..... 1479

## Grupo de Trabajo SENPE

Nutrición parenteral domiciliaria en España 2017. Informe del Grupo de Nutrición Artificial Domiciliaria y Ambulatoria NADYA..... 1491

## Carta al Editor

Hipótesis alternativas sobre los beneficios de los fermentados sobre la microbiota intestinal..... 1497

Revisores 2018..... 1498

Índice de Autores 2018..... 1499

# Nutrición Hospitalaria

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NUTRICIÓN CLÍNICA Y METABOLISMO  
**SENPE**

Órgano Oficial

Sociedad Española de Nutrición Clínica y Metabolismo | Sociedad Española de Nutrición | Federación Latino Americana de Nutrición Parenteral y Enteral | Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética

© Copyright 2018. SENPE y © ARÁN EDICIONES, S.L.

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, transmitida en ninguna forma o medio alguno, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopias, grabaciones o cualquier sistema de recuperación de almacenaje de información, sin la autorización por escrito del titular del Copyright.

La editorial declina toda responsabilidad sobre el contenido de los artículos que aparezcan en esta publicación.  
Publicación bimensual con 6 números al año

Tarifa suscripción anual (España): profesional 240 € + IVA - Instituciones 275 € + IVA  
Tarifa suscripción anual (Internacional): profesional 400 € + IVA - Instituciones 514 € + IVA

Esta publicación se encuentra incluida en EMBASE (Excerpta Medica), MEDLINE (Index Medicus), Scopus, Chemical Abstracts, Cinahl, Cochrane plus, Ebsco, Índice Médico Español, preIBECs, IBECs, MEDES, SENIOR, Scielo, Science Citation Index Expanded (SciSearch), Cancerlit, Toxline, Aidsline y Health Planning Administration.

La revista *Nutrición Hospitalaria* es una revista open access, lo que quiere decir que todo su contenido es accesible libremente sin cargo para el usuario individual y sin fines comerciales. Los usuarios individuales están autorizados a leer, descargar, copiar, distribuir, imprimir, buscar o enlazar a los textos completos de los artículos de esta revista sin permiso previo del editor o del autor, de acuerdo con la definición BOAI (Budapest Open Access Initiative) de open access.

Esta revista se publica bajo licencia CC BY-NC-SA (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).



La reutilización de los trabajos puede hacerse siempre y cuando el trabajo no se altere en su integridad y sus autores sean adecuadamente referenciados o citados en sucesivos usos, y sin derecho a la producción de obras derivadas.

## Suscripciones

C/ Castelló, 128, 1.º - 28006 Madrid - Tel. 91 782 00 30 - Fax: 91 561 57 87  
e-mail: [suscripc@grupoaran.com](mailto:suscripc@grupoaran.com)

Publicación autorizada por el Ministerio de Sanidad como Soporte Válido, Ref. SVP. Núm. 19/05-R-CM.  
ISSN (versión papel): 0212-1611. ISSN: (versión electrónica): 1699-5198  
Depósito Legal: M-34.850-1982

ARÁN EDICIONES, S.L.

C/ Castelló, 128, 1.º - 28006 Madrid - Tel. 91 782 00 30 - Fax: 91 561 57 87  
e-mail: [nutricion@grupoaran.com](mailto:nutricion@grupoaran.com)  
[www.grupoaran.com](http://www.grupoaran.com)

ARÁN

[www.nutricionhospitalaria.org](http://www.nutricionhospitalaria.org)

# Nutrición Hospitalaria



Órgano Oficial

Sociedad Española de Nutrición Clínica y Metabolismo ■ Sociedad Española de Nutrición ■ Federación Latino Americana de Nutrición Parenteral y Enteral ■ Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética

## Director

José Manuel Moreno Villares

Departamento de Pediatría. Clínica Universidad de Navarra. Madrid  
jmorenov@unav.es

## Subdirector

Gabriel Olveira Fuster

UGC de Endocrinología y Nutrición. Hospital Regional Universitario de Málaga  
gabrielolveiracasa@gmail.com

## Director Emérito

Jesús M. Culebras Fernández

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

## Coordinadores del Comité de Redacción

### Alicia Calleja Fernández

Universitat Oberta de Catalunya (Barcelona)  
calleja.alicia@gmail.com

### Ángel M. Caracuel García

Hospital Regional Universitario de Málaga (Málaga)  
angelm.caracuel.sspa@juntadeandalucia.es

### Álex González de Agüero

Universidad de Zaragoza (Zaragoza)  
alexgonz@unizar.es

### Ignacio Jáuregui Lobera

Universidad Pablo de Olavide (Sevilla)  
ijl@tcasevilla.com

### Rosa Angélica Lama Moré

Centro Médico D-medical (Madrid)  
d-medical15@d-medical.es

### Luis Miguel Luengo Pérez

H. U. Infanta Cristina (Badajoz)  
luismiluengo@yahoo.es

### Daniel de Luis Román

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

### Isabel Martínez del Río

Centro Médico Nacional 20 de noviembre. ISSSTE (México)  
imr@ahco.com

### Miguel A. Martínez Olmos

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

### M.ª Dolores Mesa García

Universidad de Granada (Granada)  
mdmesa@ugr.es

### Consuelo Pedrón Giner

Sección de Gastroenterología y Nutrición. H. I. U. Niño Jesús (Madrid)  
consuelocarmen.pedron@salud.madrid.org

### María Dolores Ruiz López

Catedrática de Nutrición y Bromatología Universidad de Granada (Granada)  
mdruiz@ugr.es

### Francisco J. Sánchez-Muniz

Departamento de Nutrición y Ciencias de los Alimentos. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense (Madrid)  
frasan@ucm.es

### Alfonso Vidal Casariego

C. H. U. de Ferrol (A Coruña)  
avicyo@hotmail.com

### Carmina Wanden-Berghe

Hospital Gal. Univ. de Alicante ISABIAL-FISABIO (Alicante)  
carminaw@telefonica.net

## Comité de Redacción

Julia Álvarez Hernández (H. U. de Alcalá, Madrid)

M.ª Dolores Ballesteros Pomar (Complejo Asis. Univ. de León, León)

Teresa Bermejo Vicedo (H. Ramón y Cajal, Madrid)

Patricia Bolaños Ríos (Inst. de Ciencias de la Conducta, Sevilla)

Irene Bretón Lesmes (H. G. U. Gregorio Marañón, Madrid)

Rosa Burgos Peláez (H. Vall d'Hebrón, Barcelona)

Miguel Ángel Cainzos Fernández (Univ. de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela)

Miguel Ángel Carballo Caballero (H. Campo Grande, Valladolid)

José Antonio Casajús Mallén (Universidad de Zaragoza, Zaragoza)

Sebastián Celaya Pérez (H. C. U. Lozano Blesa, Zaragoza)

Ana I. Cos Blanco (H. U. La Paz, Madrid)

Cristina Cuerda Compés (H. G. U. Gregorio Marañón, Madrid)

Ángeles Franco-López (H. U. del Vinalopó, Elche, Alicante)

Raimundo García García (H. San Agustín, Avilés, Asturias)

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

Pilar García Peris (H. G. U. Gregorio Marañón, Madrid)

Carmen Gómez-Candela (H. U. La Paz, Madrid)

Javier González Gallego (Instituto de Biomedicina (IBIOMED), Universidad de León, León)

Marcela González-Gross (Univ. Politécnica de Madrid, Madrid)

Francisco Jorquera Plaza (Complejo Asist. Univ. de León, León)

Miguel León Sanz (H. U. 12 de Octubre, Madrid)

Gonzalo Martín Peña (Hospital de La Princesa, Madrid)

María Cristina Martín Villares (H. Camino de Santiago, Ponferrada, León)

José Luis Máuriz Gutiérrez (IBIOMED, Universidad de León, León)

Alberto Miján de la Torre (Hospital General Yagüe, Burgos)

Juan Carlos Montejo González (H. U. 12 de Octubre, Madrid)

Paloma Muñoz-Calero Franco (H. U. de Móstoles, Madrid)

Juan José Ortiz de Urbina González (Complejo Asist. Univ. de León, León)

Carlos Ortiz Leyba (Hospital Virgen del Rocío, Sevilla)

Pedro Pablo García Luna (H. Virgen del Rocío, Sevilla)

Venancio Palacios Rubio (H. Miguel Servet, Zaragoza)

José Luis Pereira Cunill (H. Virgen del Rocío, Sevilla)

Antonio Pérez de la Cruz (Universidad de Granada, Granada)

Nuria Prim Vilaró (H. Vall d'Hebrón, Barcelona)

Pilar Riobó Serván (Fundación Jiménez Díaz, Madrid)

José Antonio Rodríguez Montes (H. U. La Paz, Madrid)

Inmaculada Ruiz Prieto (Inst. de Ciencias de la Conducta, Sevilla)

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

Jesús Sánchez Nebra (Hospital Montecelo, Pontevedra)

Javier Sanz Valero (Universidad de Alicante, Alicante)

Ernesto Toscano Novella (Hospital Montecelo, Pontevedra)

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

Gregorio Varela Moreiras (Univ. CEU San Pablo, Madrid)

Clotilde Vázquez Martínez (H. Ramón y Cajal, Madrid)

Salvador Zamora Navarro (Universidad de Murcia, Murcia)

## Consejo Editorial Iberoamericano

### Coordinador

A. Gil Hernández

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 (Universidad de Lisboa, Portugal)

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

A. Criveli (Revista de Nutrición Clínica, Argentina)

Jesús 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. H. De Girolami (Universidad de Buenos Aires, Argentina)

A. Jiménez Cruz (Univ. Autónoma de Baja California, Tijuana, Baja California, México)

J. Klaassen (Revista Chilena de Nutrición, Chile)

G. Kliger (Hospital Universitario Austral, Argentina)

L. Mendoza (Asociación Paraguaya de Nutrición, Paraguay)

Luis A. Moreno (Universidad de Zaragoza, España)

S. Muzzo (Universidad de Chile, Chile)

L. A. Nin Álvarez (Universidad de Montevideo, Uruguay)

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)

# Nutrición Hospitalaria



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

### Presidencia

Dr. Miguel León Sanz

### Vicepresidencia

Lluisa Bordejé Laguna

### Secretaria

Rosa Burgos Peláez

### Coordinador Comité Científico-Educacional

Cristina Cuerda Compés

### Tesorera

Mercedes Cervera Peris

### Vocales

Miguel Ángel Martínez Olmos  
Carmina Wanden-Berghe Lozano  
María José Sendrós Madroño  
Rosana Ashbaugh Enguinados

### COMITÉ CIENTÍFICO-EDUCACIONAL

#### Coordinadora

Cristina Cuerda Compés

#### Secretaria

Pilar Matía Martín

#### Vocales

Laura Frías Soriano  
María Dolores Ruiz López  
Clara Vaquerizo Alonso  
Pilar Gomis Muñoz  
Cleofé Pérez-Portabella Maristany

### Coordinador Grupos de Trabajo SENPE

Alfonso Vidal Casariego



# Nutrición Hospitalaria

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NUTRICIÓN CLÍNICA Y METABOLISMO  
**SENPE**

Órgano Oficial

Sociedad Española de Nutrición Clínica y Metabolismo ■ Sociedad Española de Nutrición ■ Federación Latino Americana de Nutrición Parenteral y Enteral ■ Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética

## Sumario

Vol. 35    Noviembre-Diciembre    N.º 6

### Editorial

- Veintiséis años del registro NADYA de SENPE. Una nueva etapa  
J. M. Moreno Villares ..... 1255

### Trabajos Originales

#### Paciente crítico

- Eficacia del aporte calórico en pacientes con patología traumática  
M. Orejana Martín, C. Cornejo Bauer, S. A. Torrente Vela, C. García Fuentes, C. López López y J. C. Montejo González ..... 1257
- Relación entre la escala de riesgo nutricional NUTRIC y el hipermetabolismo proteico en pacientes críticos ventilados  
D. Moretti, M. D. Ré, N. S. Rocchetti, D. H. Bagilet, C. J. Settecase, M. G. Buncuga y M. Quaglino ..... 1263

#### Pediatría

- Percepción de los escolares obesos con respecto a su participación en la clase de Educación Física y su nivel de autoestima: comparación según el estado corporal  
P. Delgado-Floody, A. Cofré-Lizama, I. P. Guzmán-Guzmán, D. Jerez Mayorga, C. Martínez-Salazar y F. Caamaño-Navarrete ..... 1270
- Estándares de referencia de aptitud física en niños y adolescentes de Macedonia: el estudio MAKFIT  
S. Gontarev, R. Kalac, L. A. Velickovska y V. Zivkovic ..... 1275

#### Nutrición en el anciano

- Nutrientes asociados a las enfermedades relacionadas con el envejecimiento: un nuevo índice de dieta saludable para personas mayores  
M. Lozano, L. Manyes, J. Peiró y J. M. Ramada ..... 1287
- Enfermedad de Alzheimer: estado nutricional y sus relaciones con los aspectos cognitivos y la gravedad de la enfermedad  
T. B. N. Santos, L. C. Fonseca, G. M. A. S. Tedrus y J. L. D. Bernardi ..... 1298

SUMARIO

# Nutrición Hospitalaria

## Sumario

Vol. 35    Noviembre-Diciembre    N.º 6

sumario

### Obesidad y síndrome metabólico

Pulso de oxígeno como factor protector de resistencia a la insulina en mujeres sedentarias con sobrepeso u obesidad  
L. González-Rojas, J. Soto-Sánchez, M. Cano-Cappellacci, R. Muñoz Claro y J. Cancino-Ramírez..... 1305

Influencia del ejercicio físico subagudo en el perfil de ácidos grasos de cadena media y larga en individuos con sobrepeso  
D. S. Wagmacker, J. Petto, A. S. Fraga, J. B. Matias, S. K. A. Mota, L. E. A. Rodrigues y A. M. Ladeia ..... 1310

### Valoración nutricional

Comportamiento hacia los alimentos y su asociación con el estado nutricional y la actividad física en una población general chilena  
D. M. Rojas-Gómez, M. Giacometto, C. Olmos González, V. Arias, Y. Muñoz-Carvajal, C. Pérez-Leighton, C. Núñez-Palma y R. Rojas..... 1316

Cribado nutricional en pacientes oncológicos: análisis de tres métodos  
E. Sánchez-Sánchez, I. López-Aliaga y M.ª J. Muñoz Alférez ..... 1324

Características antropométricas y de rendimiento de jugadores internacionales junior de baloncesto de la academia española de baloncesto Siglo XXI  
J. Calleja-González, J. Migelgo-Ayuso, J. A. Lekue, X. Leibar, J. Erazukin, I. Jukic, S. M. Ostojic, J. G. Ponce-González, M. Fuentes-Azpiroz y N. Terrados ..... 1331

Estudio multicéntrico preliminar sobre el estado nutricional en hospitalización a domicilio (HaD) con una misma aplicación informática de valoración nutricional  
M.ª C. Mías Carballal, R. Villalobos Mori, A. Escartin Arias, R. Ribalta Reñé, J. J. Olsina Kissler, A. Torres Corts, Á. LLàcer Furió, M.ª J. Fernández Cotarelo y A. Ramos Carrasco ..... 1340

Evaluación del consumo de bebidas, ingesta dietética de agua y adecuación a las recomendaciones de un colectivo de escolares españoles de 7 a 12 años  
A. Perales-García, R. M.ª Ortega, R. Urrialde y A. M.ª López-Sobaler ..... 1347

### Epidemiología y dietética

¿Hay riesgo de efectos adversos por el consumo de nutrimentos a partir de productos alimenticios adicionados en México?  
J. C. Morales Guerrero, M. E. Camacho Parra, C. García Morales, P. Juárez Ramos y J. J. Flores Sánchez ..... 1356

Validación de una encuesta para determinar la prevalencia en el uso de suplementos en deportistas de élite españoles  
M. Aguilar-Navarro, J. Muñoz-Guerra, M. M. Plata y J. del Coso ..... 1366

Seguridad alimentaria en estudiantes: estudio de casos comparativo entre una universidad pública y una privada en Quito-Ecuador  
D. Eche and M. Hernández-Herrera ..... 1372

# Nutrición Hospitalaria

## Sumario

Vol. 35    Noviembre-Diciembre    N.º 6

### sumario

La inseguridad alimentaria se asoció con una dieta de baja calidad y bajo nivel de HDL en madres de familia del noroeste de México que dependen de la pesca como medio de subsistencia  
K. D. Murillo-Castillo, E. A. Frongillo, V. López-Teros, M. M. Haby, M. A. Corella-Madueño, R. G. Díaz-Zavala y T. Quizán-Plata ..... 1379

#### Otros

Evaluación de la función tiroidea, yoduria y estrés oxidativo en mujeres en el primer trimestre de embarazo  
L. A. O. Restini, R. Dessordi, S. M. S. Ferreira, P. K. R. Magalhães, L. M. Z. Maciel, F. Barbosa Jr., T. M. Braga Costa, A. A. Jordão Jr. y A. M. Navarro ..... 1387

Efecto de la suplementación con simbióticos sobre los niveles de calprotectina fecal y ADN de bacterias ácido lácticas, *Bifidobacteria*, *Escherichia coli* y *Salmonella* en pacientes con cáncer cervical  
L. H. Loera-Rodríguez, G. G. Ortiz, P. Rivero-Moragrega, I. E. Velázquez-Brizuela, J. F. Santoscoy, A. R. Rincón-Sánchez, C. Charles-Niño, J. A. Cruz-Serrano, A. J. Celis de la Rosa, F. P. Pacheco-Moises y R. Medrano-González ..... 1394

Análisis de las acciones de promoción de la actividad física desarrolladas por las universidades públicas valencianas  
J. M. Martínez-Sanz, A. Gómez-Arenas, M. García-Jaén, I. Sospedra, A. Norte y J. M. Cortell-Tormo ..... 1401

Relación del nivel de actividad física y de la composición corporal en el control postural en adultos varones  
J. M. Delfa-de-la-Morena, M. Á. Rojo-Tirado, E. Aparecida de Castro, A. Gil Arias, J. C. Miangolarra-Page y P. J. Benito Peinado ..... 1416

Implicaciones cognitivas en la estimación psicofísica del sabor  
C. Martínez-García, T. E. Martínez García, A. Merchán-Clavellino, M. P. Salguero Alcañiz, C. Parra Martínez y J. R. Alameda-Bailén ..... 1424

#### Revisiones

Disbiosis y endotoxemia metabólica inducidas por la dieta rica en grasa  
T. L. N. Cândido, J. Bressan y R. C. G. Alfenas ..... 1432

¿Cómo mejorar la hidratación y la ingesta hídrica en las personas mayores institucionalizadas?  
Una revisión de la literatura científica  
O. Masot, A. Iglesias Millán, C. Nuin, J. Miranda, A. Lavedán y T. Botigué ..... 1441

#### Artículos Especiales

Documento de consenso sobre las dietas de exclusión en el síndrome del intestino irritable (SII)  
F. Casellas, R. Burgos, A. Marcos, J. Santos, C. Ciriza-de-los-Ríos, Á. García-Manzanares, I. Polanco, M. Puy-Portillo, A. Villarino, B. Lema-Marqués y M.ª C. Vázquez-Alfárez ..... 1450

9.ª Lección Jesús Culebras: "El valor de la nutrición clínica"  
J. Álvarez Hernández ..... 1467

# Nutrición Hospitalaria

## Sumario

Vol. 35    Noviembre-Diciembre    N.º 6

### sumario

Importancia de los alimentos lácteos en la salud cardiovascular: ¿enteros o desnatados?  
J. Salas-Salvadó, N. Babio, M. Juárez-Iglesias, C. Picó, E. Ros y L. A. Moreno Aznar; en nombre del Foro de Debate sobre Lácteos en España ..... 1479

### Grupo de Trabajo SENPE

Nutrición parenteral domiciliaria en España 2017. Informe del Grupo de Nutrición Artificial Domiciliaria y Ambulatoria NADYA  
C. Wanden-Berghe, J. L. Pereira Cunill, C. Cuerda Compes, E. Ramos Boluda, M. I. Maiz Jiménez, C. Gómez Candela, N. Virgili Casas, R. Burgos Peláez, A. Pérez de la Cruz, M.ª Á. Penacho Lázaro, E. Á. Sánchez Martos, D. A. de Luis Román, C. Martínez Faedo, M. Á. Martín Fontalba, J. Álvarez Hernández, P. Matía Martín, P. Díaz Guardiola, F. Carabaña Pérez, A. Sanz París, C. Garde Orbaiz, O. Sánchez-Vilar Burdiel, T. Martín Folgueras, M.ª Á. Martín Palmero, L. M. Luengo Pérez, A. Zugasti Murillo, C. Martínez Costa, J. P. Suárez Llanos, C. Tejera Pérez, J. A. Irlés Rocamora, C. Arraiza Irigoyen, Y. García Delgado, C. Campos Martín, M. Á. Ponce González, S. Mauri Roca, M.ª V. García Zafra, J. M. Morán López, B. Molina Baeza, M. Gonzalo Marín, C. J. Ortiz, B. Pintor de la Maza, M.ª C. Gil Martínez, M. J. Carrera Santaliestra, M.ª del Talló Forga Visa, A. Apezetxea Celaya, R. Sánchez Sánchez y J. R. Urgeles Planella; Grupo NADYA-SENPE ..... 1491

### Carta al Editor

Hipótesis alternativas sobre los beneficios de los fermentados sobre la microbiota intestinal  
D. Bernardi Espinoza, C. Jiménez Guerrero y P. Milón Mayer ..... 1497

**Revisores 2018** ..... 1498

**Índice de Autores 2018** ..... 1499

# Nutrición Hospitalaria

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NUTRICIÓN CLÍNICA Y METABOLISMO  
**SENPE**

Órgano Oficial

Sociedad Española de Nutrición Clínica y Metabolismo ■ Sociedad Española de Nutrición ■ Federación Latino Americana de Nutrición Parenteral y Enteral ■ Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética

## Summary

Vol. 35 November-December No. 6

### Editorial

- Twenty-six years of NADYA-SENPE register. A new step  
J. M. Moreno Villares ..... 1255

### Originals Papers

#### Critical patient

- The efficacy of caloric intake in critically ill patients with traumatic pathology  
M. Orejana Martín, C. Cornejo Bauer, S. A. Torrente Vela, C. García Fuentes, C. López López and J. C. Montejo González ..... 1257

- Relationship between the NUTRIC nutritional risk scale and protein hypercatabolism in critically ventilated patients  
D. Moretti, M. D. Ré, N. S. Rocchetti, D. H. Bagilet, C. J. Settecase, M. G. Buncuga and M. Quaglino ..... 1263

#### Pediatrics

- Perception of obese schoolchildren regarding their participation in the Physical Education class and their level of self-esteem: comparison according to corporal status  
P. Delgado-Floody, A. Cofré-Lizama, I. P. Guzmán-Guzmán, D. Jerez Mayorga, C. Martínez-Salazar and F. Caamaño-Navarrete ..... 1270

- Physical fitness reference standards in Macedonian children and adolescents: the MAKFIT study  
S. Gontarev, R. Kalac, L. A. Velickovska and V. Zivkovic ..... 1275

#### Nutrition in the elderly

- Nutrients associated with diseases related to aging: a new healthy aging diet index for elderly population  
M. Lozano, L. Manyes, J. Peiró and J. M. Ramada ..... 1287

- Alzheimer's disease: nutritional status and cognitive aspects associated with disease severity  
T. B. N. Santos, L. C. Fonseca, G. M. A. S. Tedrus and J. L. D. Bernardi ..... 1298

#### Obesity and metabolic syndrome

- Oxygen pulse as a protective factor of insulin resistance in sedentary women with overweight or obesity  
L. González-Rojas, J. Soto-Sánchez, M. Cano-Cappellacci, R. Muñoz Claro and J. Cancino-Ramírez ..... 1305

Summary

# Nutrición Hospitalaria

## Summary

Vol. 35 November-December No. 6

### summary

- Influence of subacute physical exercise on medium- and long-chain fatty acid profile in serum of individuals with overweight  
D. S. Wagmacker, J. Petto, A. S. Fraga, J. B. Matias, S. K. A. Mota, L. E. A. Rodrigues and A. M. Ladeia..... 1310
- Nutritional evaluation**
- Eating behavior and its association with nutritional status and physical activity in a general Chilean population  
D. M. Rojas-Gómez, M. Giacometto, C. Olmos González, V. Arias, Y. Muñoz-Carvajal, C. Pérez-Leighton, C. Núñez-Palma and R. Rojas..... 1316
- Analysis of three methods of nutritional screening in oncologic patients  
E. Sánchez-Sánchez, I. López-Aliaga and M.<sup>a</sup> J. Muñoz Alférez ..... 1324
- Anthropometry and performance of top youth international male basketball players in Spanish national academy  
J. Calleja-González, J. Migelgo-Ayuso, J. A. Lekue, X. Leibar, J. Erazukin, I. Jukic, S. M. Ostojic, J. G. Ponce-González, M. Fuentes-Azpiroz and N. Terrados..... 1331
- Preliminary multicentric study on the nutritional status in hospitalization at home (HaD) with the same informational application of nutritional assessment  
M.<sup>a</sup> C. Mías Carballal, R. Villalobos Mori, A. Escartin Arias, R. Ribalta Reñé, J. J. Olsina Kissler, A. Torres Corts, Á. LLàcer Furió, M.<sup>a</sup> J. Fernández Cotarelo and A. Ramos Carrasco ..... 1340
- Assessment of beverage consumption, dietary water intake and adequacy to the recommendations of a group of Spanish schoolchildren from 7 to 12 years old  
A. Perales-García, R. M.<sup>a</sup> Ortega, R. Urrialde and A. M.<sup>a</sup> López-Sobaler ..... 1347
- Epidemiology and dietetics**
- Is there a risk of adverse health effects from the consumption of fortified foods in Mexico?  
J. C. Morales Guerrero, M. E. Camacho Parra, C. García Morales, P. Juárez Ramos and J. J. Flores Sánchez..... 1356
- Validation of a questionnaire to study the prevalence of nutritional supplements used by elite Spanish athletes  
M. Aguilar-Navarro, J. Muñoz-Guerra, M. M. Plata and J. del Coso..... 1366
- Studying food security among students: a comparative case study between public and private universities in Quito-Ecuador  
D. Eche and M. Hernández-Herrera ..... 1372
- Food insecurity was associated with low quality diet and low HDL level in mothers of Northwest Mexico relying on fisheries for livelihood  
K. D. Murillo-Castillo, E. A. Frongillo, V. López-Teros, M. M. Haby, M. A. Corella-Madueño, R. G. Díaz-Zavala and T. Quizán-Plata ..... 1379
- Others**
- Assessment of thyroid function, ioduria and oxidative stress in women in the first trimester of pregnancy  
L. A. O. Restini, R. Dessordi, S. M. S. Ferreira, P. K. R. Magalhães, L. M. Z. Maciel, F. Barbosa Jr., T. M. Braga Costa, A. A. Jordão Jr. and A. M. Navarro ..... 1387

# Nutrición Hospitalaria

## Summary

Vol. 35 November-December No. 6

### summary

- Effect of symbiotic supplementation on fecal calprotectin levels and lactic acid bacteria, *Bifidobacteria*, *Escherichia coli* and *Salmonella* DNA in patients with cervical cancer  
L. H. Loera-Rodríguez, G. G. Ortiz, P. Rivero-Moragrega, I. E. Velázquez-Brizuela, J. F. Santoscoy, A. R. Rincón-Sánchez, C. Charles-Niño, J. A. Cruz-Serrano, A. J. Celis de la Rosa, F. P. Pacheco-Moises and R. Medrano-González..... 1394
- Analysis of the promoting actions of physical activity developed by Valencian public universities  
J. M. Martínez-Sanz, A. Gómez-Arenas, M. García-Jaén, I. Sospedra, A. Norte and J. M. Cortell-Tormo ..... 1401
- Relationship of physical activity level and body composition on postural control in male adults  
J. M. Delfa-de-la-Morena, M. Á. Rojo-Tirado, E. Aparecida de Castro, A. Gil Arias, J. C. Miangolarra-Page and P. J. Benito Peinado ..... 1416
- Cognitive implications in the psychophysical estimation of taste  
C. Martínez-García, T. E. Martínez García, A. Merchán-Clavellino, M. P. Salguero Alcañiz, C. Parra Martínez and J. R. Alameda-Bailén..... 1424

### Reviews

- Dysbiosis and metabolic endotoxemia induced by high-fat diet  
T. L. N. Cândido, J. Bressan and R. C. G. Alfenas..... 1432
- How to improve hydration and fluid intake in institutionalized older people? A scientific literature review  
O. Masot, A. Iglesias Millán, C. Nuin, J. Miranda, A. Lavedán and T. Botigué..... 1441

### Special Articles

- Consensus document on exclusion diets in irritable bowel syndrome (IBS)  
F. Casellas, R. Burgos, A. Marcos, J. Santos, C. Ciriza-de-los-Ríos, Á. García-Manzanares, I. Polanco, M. Puy-Portillo, A. Villarino, B. Lema-Marqués and M.ª C. Vázquez-Alfárez ..... 1450
- 9<sup>th</sup> Jesús Culebras Lecture: "The value of clinical nutrition"  
J. Álvarez Hernández..... 1467
- The importance of dairy products for cardiovascular health: whole or low fat?  
J. Salas-Salvadó, N. Babio, M. Juárez-Iglesias, C. Picó, E. Ros and L. A. Moreno Aznar; on behalf of the Foro de Debate sobre Lácteos en España..... 1479

### SENPE Working Group

- Home and Ambulatory Artificial Nutrition (NADYA) Report. Home Parenteral Nutrition in Spain, 2017  
C. Wanden-Berghe, J. L. Pereira Cunill, C. Cuerda Compes, E. Ramos Boluda, M. I. Maiz Jiménez, C. Gómez Candela, N. Virgili Casas, R. Burgos Peláez, A. Pérez de la Cruz, M.ª Á. Penacho Lázaro, E. Á. Sánchez Martos, D. A. de Luis Román, C. Martínez Faedo, M. Á. Martín Fontalba, J. Álvarez Hernández, P. Matía Martín, P. Díaz Guardiola, F. Carabaña Pérez,

# Nutrición Hospitalaria

## Summary

Vol. 35    November-December    No. 6

summary

A. Sanz París, C. Garde Orbaiz, O. Sánchez-Vilar Burdiel, T. Martín Folgueras, M.ª Á. Martín Palmero, L. M. Luengo Pérez, A. Zugasti Murillo, C. Martínez Costa, J. P. Suárez Llanos, C. Tejera Pérez, J. A. Irlés Rocamora, C. Arraiza Irigoyen, Y. García Delgado, C. Campos Martín, M. Á. Ponce González, S. Mauri Roca, M.ª V. García Zafra, J. M. Morán López, B. Molina Baeza, M. Gonzalo Marín, C. J. Ortiz, B. Pintor de la Maza, M.ª C. Gil Martínez, M. J. Carrera Santaliestra, M.ª del Talló Forga Visa, A. Apezetxea Celaya, R. Sánchez Sánchez and J. R. Urgeles Planella; NADYA-SENPE Group ..... 1491

### Letter to the Editor

Alternative hypothesis about the benefit of the fermented ones to the intestinal microbiota  
D. Bernardi Espinoza, C. Jiménez Guerrero and P. Milión Mayer ..... 1497

**Reviewers 2018** ..... 1498

**Index of Authors 2018** ..... 1499



## Veintiséis años del registro NADYA de SENPE. Una nueva etapa

*Twenty-six years of NADYA-SENPE register. A new step*

Fieles a su cita anual, el grupo de trabajo de Nutrición Artificial Domiciliaria y Ambulatoria (NADYA) de la SENPE (Sociedad Española de Nutrición Clínica y Metabolismo), publica en el último número los datos anuales del registro de pacientes (1). El pasado año se cumplían 25 desde su creación (2), lo que le convierte en el segundo registro de pacientes en activo en Europa, después del de la Sociedad Británica de Nutrición Parenteral y Enteral (BANS register, BAPEN), aunque la primera publicación con datos del registro tuvo lugar con posterioridad, presentando los datos de 1995 (3).

En estos años se ha podido constatar la diseminación del empleo de la Nutrición Parenteral Domiciliaria en España, que se traduce en un número creciente de centros que reportan pacientes al registro (45 en los datos de 2017), así como en la prevalencia (de los algo más de 0,6 pacientes/millón de habitantes en 1993 a los 6,61 pacientes/millón de habitantes actuales) (4). Tradicionalmente en el registro NADYA los pacientes pediátricos estaban infrarrepresentados, pero con la incorporación de los grandes hospitales pediátricos al registro, el reporte actual se aproxima más a la realidad de la NPD en niños en España (38 niños en el registro en 2017, el 12% de todos los pacientes registrados), aunque todavía alejados de las cifras totales esperadas (en el registro BAPEN, los niños con NPD constituyen alrededor del 20% de los pacientes). A lo largo de este tiempo el registro fue adaptándose a los tiempos (5), pasando del registro inicial en papel al actual *on-line* alojado dentro de la página de SENPE para, en fecha próxima, hacerlo en el Instituto de Salud Carlos III (<https://registoraras.isciii.es>), lo que servirá para facilitar su difusión al tiempo que podría servir para una acción coordinada con las autoridades sanitarias.

La Nutrición Parenteral Domiciliaria (NPD) es una prestación sanitaria contemplada en la cartera de servicio del Sistema Nacional de Salud pero, a diferencia de la Nutrición Enteral Domiciliaria (NED) (6), carece de un desarrollo legislativo específico. Con la colaboración del grupo NADYA el Ministerio de Sanidad publicó en 2009 una guía de NPD (7) que recogía los aspectos generales de la técnica, indicaciones, material, detección de complicaciones y de la cual no se ha realizado ninguna actualización posterior. A diferencia del Trasplante Intestinal y Multivisceral, en el que existen dos centros nacionales de referencia, uno para pacientes pediátricos (Hospital Infantil Universitario La Paz, Madrid) y otro para pacientes adultos (Hospital Universitario 12 de Octubre, Madrid), no existen centros de referencia como tales para la NPD, aunque se está trabajando en la creación de Centros, Servicios y Unidades de Referencia del Sistema Nacional de Salud (CESUR) en Fracaso Intestinal y Rehabilitación Intestinal, bajo cuyo amparo podría englobarse la actividad de la NPD.

El artículo de Wanden-Bergue y cols. destaca algunos aspectos que distinguen nuestra población de pacientes con NPD de los de otras latitudes. Mientras que el registro BAPEN y en las publicaciones que recogen la actividad NPD en Europa se muestra que son los pacientes con síndrome de intestino corto la principal causa de NPD, en España lo son los pacientes oncológicos con tratamiento paliativo (11% en el registro BAPEN 2016, 25,6% en el registro NADYA 2017) (8).

Lo que queda por hacer: unificar los criterios de los centros que puedan atender pacientes con NPD, siguiendo modelos bien establecidos en otros países (9), que redundará en un mejor beneficio para los pacientes. La posibilidad de establecer estrategias de trabajo en red –y un grupo como NADYA es un buen cimiento– se ha demostrado eficaz en el tratamiento de patologías raras o poco frecuentes (10,11). El registro NADYA es un registro voluntario donde solo la buena voluntad y el deseo de mejorar la atención a los pacientes guían el ánimo

## editorial

de los profesionales para incluir pacientes en el registro. La monitorización de los resultados de las actuaciones clínicas es uno de los fundamentos de la calidad asistencial. Lo que no se registra no se puede medir. Por tanto, la disponibilidad de los datos para las administraciones sanitarias es una herramienta excelente para objetivar la calidad, a la cual podrían ligarse los objetivos. En cuanto al contenido del registro es cierto que la simplicidad del mismo facilita su cumplimentación, aunque limita la información que se obtiene del mismo. Con el registro actual no es posible evaluar la incidencia de pacientes con NPD. No permite distinguir la prevalencia de periodo (n.º de pacientes/millón de habitantes a lo largo de un año) de la prevalencia puntual (n.º de pacientes/millón de habitantes en cada momento) que, aunque no muy diferentes, no son similares. La fiabilidad de los datos sobre tasa de complicaciones, o en menor medida la duración de la NPD, depende mucho de la calidad de los datos registrados. Por ejemplo, si no se comunica la finalización de un episodio de NPD el registro lo contabilizará como activo o, en sentido contrario, si no se registra una complicación el sistema la contabilizará como ausencia de complicación. Es preciso, por tanto, implementar herramientas dentro del propio registro que garanticen, en la medida de lo posible, la fiabilidad de los datos registrados. Un buen camino para avanzar es contar con el apoyo y la experiencia del Instituto Carlos III en esta nueva etapa del registro NADYA.

José Manuel Moreno Villares

*Director del Departamento de Pediatría. Clínica Universidad de Navarra. Director de la revista Nutrición Hospitalaria*

## Bibliografía

1. Wanden-Berghe C, Pereira Cunill JL, Cuerda Compes C, et al. Grupo NADYA-SENPE. Nutrición parenteral domiciliaria en España 2017. Informe del Grupo de Nutrición Artificial Domiciliaria y Ambulatoria NADYA. *Nutr Hosp* 2018;35(6):1491-6.
2. Gómez Candela C, de Cos AI, Vázquez C, et al. Grupo de Trabajo Nacional en Nutrición Artificial Domiciliaria y Ambulatoria. NADYA. *Nutr Hosp* 1995;10:258-63.
3. Gómez Candela C, de Cos AI, Iglesias C, et al. Nutrición artificial domiciliaria. Informe anual 1995, Grupo NADYA-SENPE. *Nutr Hosp* 1998;13:144-52.
4. Moreno Villares JM, Cuerda C, Planas M, et al. Trends in adult Home Parenteral Nutrition in Spain. 1992-2003. *Nutr Hosp* 2006;21:617-26.
5. Cuerda C, Parón L, Planas M, Gómez Candela C, Moreno JM. Presentación del nuevo registro español de pacientes con nutrición artificial domiciliaria. *Nutr Hosp* 2007;22:491-5.
6. Real Decreto 1030/2006, de 15 de septiembre, por el que se establece la cartera de servicios comunes del Sistema Nacional de Salud y el procedimiento para su actualización. «BOE» núm. 222, de 16 de septiembre de 2006, páginas 32650 a 32679.
7. Guía de Nutrición Parenteral Domiciliaria en el Sistema Nacional de Salud. Disponible en: <https://www.mschs.gob.es/profesionales/prestacionesSanitarias/publicaciones/GuiaNPD.htm>
8. BANS Report 2016. BAPEN. Artificial Nutrition Support in the UK 2005-2015. *Adult Home Parenteral Nutrition & Home Intravenous Fluids*. Available from: <https://www.bapen.org.uk/images/pdfs/reports/bans-report-2016.pdf>
9. British Intestinal Failure Alliance (BIFA) statement July 2017. Home parenteral nutrition (HPN) for patients with advanced malignancy. BAPEN. Available from: <https://www.bapen.org.uk/images/pdfs/position-statements/position-statement-on-hpn.pdf>
10. Rollet P, Lemoine A, Dunoyer M. Sustainable rare diseases business and drug access: no time for misconceptions. *Orphanet J Rare Dis* 2013;8:109.
11. Baxter J, Gillanders L, Angstmann K, et al. Home parenteral nutrition: an international benchmarking exercise. *E-ESPEN J* 2012;7:e211-4.



# Nutrición Hospitalaria



## Trabajo Original

Paciente crítico

### Eficacia del aporte calórico en pacientes con patología traumática *The efficacy of caloric intake in critically ill patients with traumatic pathology*

María Orejana Martín<sup>1</sup>, Clara Cornejo Bauer<sup>1</sup>, Silvia Ana Torrente Vela<sup>1</sup>, Carlos García Fuentes<sup>1</sup>, Candelas López López<sup>1</sup>  
y Juan Carlos Montejo González<sup>2</sup>

<sup>1</sup>UCI de Trauma y Emergencias. Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid. <sup>2</sup>Servicio de Medicina Intensiva. Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid

### Resumen

**Introducción:** el aporte efectivo de la nutrición enteral (NE) en las unidades de cuidados intensivos (UCI) se ve afectado por múltiples factores.

**Objetivos:** determinar la eficacia en el aporte calórico a los pacientes críticos con patología traumática que reciben nutrición enteral. Analizar causa y tiempo de interrupción de NE.

**Método:** estudio observacional prospectivo (de noviembre de 2015 a agosto de 2016). Criterios de inclusión: paciente con NE  $\geq$  48 horas y edad  $\geq$  18 años. Criterios de exclusión: paciente con dieta oral y/o parenteral. Variables: demográficas, día de NE, kilocalorías (kcal) prescritas, administradas, diferencia calórica, objetivo calórico y relacionadas con las interrupciones de la NE. El manejo de NE e interrupciones se realiza según protocolo interno de la unidad. Las kcal/paciente se calculan según la ecuación de Harris-Benedict y multiplicando por un factor de estrés en función del tipo de trauma del paciente.

**Resultados:** se incluyeron 69 pacientes (el 79,71% eran hombres) con una mediana de edad de 46 (34-58) años. Se monitorizaron un total de 1.112 días de NE. A partir del tercer día de ingreso en UCI (979 días monitorizados) la eficacia nutricional fue óptima (aporte calórico  $>$  80%): 92,43% (72,8-97,5). Mantenemos el objetivo calórico óptimo en el 67,9% de estos días. Observamos como causa más frecuente de interrupción de la NE los procedimientos no relacionados con la vía aérea, con un tiempo de parada de tres (1-7,25) horas.

**Conclusión:** el aporte calórico del paciente crítico con patología traumática se logra de forma óptima a partir del día 3. Entre las causas de interrupción de la NE más frecuentes se encuentran los procedimientos no relacionados con la vía aérea.

#### Palabras clave:

Nutrición enteral.  
Unidad de Cuidados Intensivos.  
Procedimientos quirúrgicos.  
Enfermedades gastrointestinales.  
Protocolos enfermería.

### Abstract

**Background:** the effective contribution of enteral nutrition (EN) in intensive care units (ICU) is due to multiple factors.

**Objectives:** to determine the efficacy of caloric intake in critically ill patients with traumatic pathology receiving enteral nutrition, and to analyze cause and time of interruption of EN.

**Method:** prospective observational study (November 2015 - August 2016). Inclusion criteria: patient with EN  $\geq$  48 hours and age  $\geq$  18 years. Exclusion criteria: patient with oral and/or parenteral nutrition. Variables: demographic, day of EN, prescribed and administered kilocalories (kcal), caloric difference, caloric objective and variables related to the interruptions of the EN. The handling of EN and interruptions are made according to the unit's internal protocol. Kcal/patient are calculated according to the Harris-Benedict equation and multiplied by a stress factor depending on the type of trauma of the patient.

**Results:** sixty-nine patients were included, 79.71% were men, with a median age of 46 (34-58) years. A total of 1,112 days of EN were monitored. As of the third day of admission to the ICU (979 days monitored), the nutritional efficacy was optimal (caloric intake  $>$  80%): 92.43% (72.8-97.5). The optimal caloric goal was maintained in 67.9% of these days. The most frequent causes of interruption of NE were procedures unrelated to airway, with holding time of three (1-7.25) hours.

**Conclusions:** at the third day, the patients with traumatic pathology received at least 80% of the prescribed caloric intake. Among the most frequent causes of interruption of EN were the procedures unrelated to airway.

#### Key words:

Enteral nutrition.  
Intensive Care Unit.  
Surgical procedures.  
Gastrointestinal diseases.  
Nursing protocol.

Recibido: 07/03/2018 • Aceptado: 12/07/2018

Orejana Martín M, Cornejo Bauer C, Torrente Vela SA, García Fuentes C, López López C, Montejo González JC. Eficacia del aporte calórico en pacientes con patología traumática. Nutr Hosp 2018;35(6):1257-1262

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1875>

#### Correspondencia:

María Orejana Martín. Hospital Universitario 12 de Octubre. Av. Córdoba, s/n. 28041 Madrid  
e-mail: mariaorejana@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

El paciente crítico presenta una serie de características que hacen que requiera un soporte nutricional específico (1). La nutrición enteral (NE) temprana, dentro de las primeras 24-48 horas de ingreso, es el método de elección debido a su facilidad de uso, bajo coste y menor riesgo de infección relacionada con catéter (2).

No obstante, a menudo la ingesta nutricional no cumple los requerimientos metabólicos del paciente (3-5), de tal forma que lograr los objetivos nutricionales puede resultar un reto (6).

Las primeras referencias al inadecuado aporte calórico en el paciente crítico son las reportadas por Driver y Leburn (7). No obstante, actualmente sigue siendo un problema común y grave, al que se asocian resultados deletéreos tales como el aumento de la morbilidad y el incremento de los costes sanitarios (3,5,8).

Existen múltiples razones que impiden el aporte efectivo de la NE en las unidades de cuidados intensivos (UCI): gran variabilidad en la práctica clínica en cuanto a la administración de la terapia nutricional (4,5) y retrasos en el inicio o reinicio de la NE en el paciente crítico hasta que este es estabilizado, apareciendo, en algunos casos, déficits por debajo del 60% de las calorías prescritas (4).

Dentro de las barreras que impiden el aporte eficaz de los nutrientes, aparecen factores relacionados con el paciente, con los métodos de NE (fórmulas y sondas), los relacionados con el proceso de nutrición (inicio de NE, tiempo hasta conseguir requerimientos totales), la prescripción incorrecta y, finalmente, las interrupciones de la nutrición enteral, los cuales contribuyen de manera importante a la no consecución de los objetivos calóricos prescritos (9). Dentro de las interrupciones más frecuentes encontramos: los procedimientos (pruebas radiológicas, cirugías, intervenciones sobre la vía aérea, etc.), las complicaciones gastrointestinales, los problemas relacionados con la sonda y los cuidados enfermeros, entre otros (3,5).

Kim y cols. demuestran que los factores relacionados con el paciente y los que se refieren al método de alimentación no explican el que no se pueda llegar a los objetivos calóricos prescritos a los pacientes críticos (8).

Las enfermeras desempeñan un papel clave, tienen un mayor control de la nutrición entregada y de las complicaciones asociadas a la NE y son las encargadas de iniciar, progresar y administrar los objetivos calóricos pautados al paciente (10), por lo que, de esta manera, se convierten en las principales proveedoras de la terapia nutricional (6). Las enfermeras gestionan la sincronización de varios procedimientos para intentar minimizar el número de interrupciones, cuestionar aquellas que sean innecesarias o reanudar precozmente la NE (10). En esta línea, los protocolos dirigidos por enfermería, adaptados a los recursos y a la cultura de cada UCI, parecen aumentar los suministros de NE y disminuir por lo tanto el déficit calórico (11).

Este estudio tiene como objetivo principal determinar la eficacia en el aporte calórico a los pacientes críticos con patología traumática que reciben tratamiento nutricional con NE y, como objetivos secundarios, establecer el número de días con interrupciones de la NE, las causas y los tiempos de interrupción de la NE, así como el número de interrupciones por paciente.

## MÉTODOS

### DISEÑO DEL ESTUDIO Y MUESTRA

Se trata de un estudio observacional prospectivo llevado a cabo de noviembre de 2015 a agosto de 2016 con pacientes con trauma grave en una UCI de un hospital terciario de la Comunidad de Madrid.

La muestra está formada por 69 pacientes que cumplían los siguientes criterios de inclusión: enfermedad traumática, NE durante un tiempo mínimo de 48 horas y una edad  $\geq$  18 años. Se excluyó a los pacientes con nutrición oral o parenteral.

### PROTOCOLO DE NE

Se inició NE dentro de las primeras 24 de ingreso en UCI a un ritmo de 40 ml/h, de acuerdo con el protocolo de la UCI.

La dieta que recibieron estos pacientes en la primera semana fue una dieta normocalórica e hiperproteica enriquecida en L-arginina, ácidos grasos  $\omega_3$ , nucleótidos y antioxidantes, sin fibra en su composición, específica para alto grado de estrés metabólico y quirúrgico, con una concentración calórica de 1 kcal por ml. A partir del día 8 de NE la dieta fue cambiada por una hipercalórica e hiperproteica de 1,25 kcal por ml con fibra fermentable.

Los descansos de la NE siguieron la siguiente dinámica: en las primeras 24 horas se realizan descansos de una hora cada seis (a las 12, a las 18, a las 24 y a las 6 a.m.). En las siguientes 24 horas se espacian, dejando dos descansos al día. Finalmente, tras 24 horas más, quedan una vez al día (a las 6 a.m.), hasta que se suspende la NE o hasta el alta del paciente a la planta. Si el paciente tolera (ausencia de vómitos y/o volumen de residuo gástrico inferior a 500 ml en cada descanso), se sube el ritmo 20 ml/h, cada 12 horas desde su inicio, hasta llegar a la velocidad prescrita y aportar la totalidad de las kcal pautadas al paciente.

### VARIABLES

Se recogieron las siguientes variables:

- *Variables demográficas*: edad, sexo, días de estancia, índice de gravedad (*injury severity score* [ISS]), días con ventilación mecánica.
- *Variables relacionadas con la NE*: tipo de NE, día de NE, kilocalorías (kcal) prescritas, kcal administradas, diferencia de kcal y objetivo calórico. La diferencia calórica se expresó en porcentaje (kcal administradas  $\times$  100/kcal prescritas), de tal manera que a menor diferencia entre kcal prescritas y administradas, mayor es el porcentaje calórico que recibe el paciente. Las necesidades calóricas del paciente se calcularon utilizando la ecuación de Harris-Benedict y multiplicando por un factor de estrés en función del tipo de patología traumática y tratamiento que presentara el paciente.

La Eastern Association for the Surgery of Trauma (EAST) recomienda para pacientes con enfermedad traumática e

ISS de 25-30 un aporte energético *basal energy expenditure* (BEE) x 1,2 a 1,4 (25-30 kcal/kg/día). En pacientes con traumatismo craneoencefálico grave habla de multiplicar el BEE por 1,4 (30 kcal/kg/día), y en caso de estar con relajación muscular, hipotermia o coma barbitúrico, podría descender hasta BEE x 1,2 a 1,0. En el otro extremo, los pacientes con lesión raquímedular, el BEE se multiplica por 0,9 a 0,7 según se trate de para o tetraplejía (12). El cumplimiento del objetivo calórico (eficacia de la NE) se clasificó en: óptimo (aporte calórico > 80% de kcal prescritas), situación de riesgo (aporte calórico entre 60-80% de las kcal prescritas) y subóptimo (aporte calórico < 60% de las kcal prescritas).

- *Variables relacionadas con las interrupciones de la NE:* número de interrupciones, causa de las mismas y tiempo de parada de la NE (expresado en horas). Se determinaron también las causas de las modificaciones del ritmo de infusión de la NE.

Las variables cualitativas fueron expresadas en frecuencias absolutas y relativas. Las variables cuantitativas, en medias ± DE y en mediana y rango intercuartílico (RIC).

Para la recogida de datos y su posterior análisis se utilizó el programa estadístico Statistical Package for Social Science (SPSS) en su versión 18.0.

Los datos fueron tratados de forma confidencial de acuerdo a la Ley 15/1999 de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter Personal.

El Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Universitario 12 de Octubre, aprobó la realización de este trabajo. Nº CEIC: 12/131.

### REGISTRO DE LAS VARIABLES

Se diseñó una hoja de recogida específica en la que se registraron diariamente las variables de la NE (tipo de NE, día de NE, kcal prescritas, kcal administradas, eficacia de la NE) y las variables relacionadas con las interrupciones de la dieta.

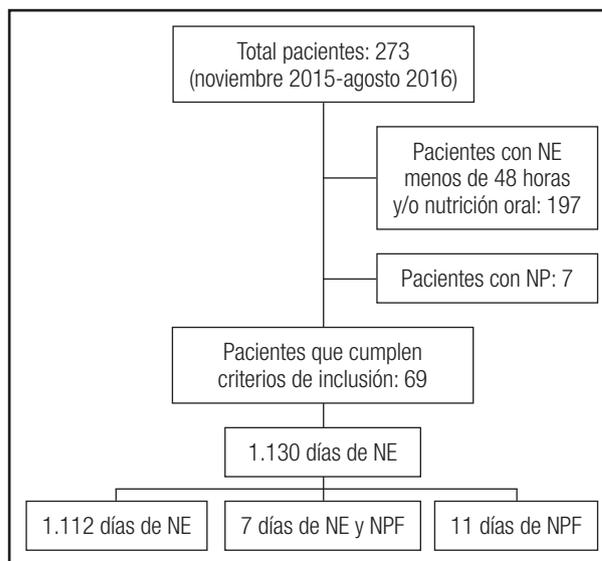
### RESULTADOS

Un total de 273 pacientes ingresaron en UCI durante el periodo de estudio. Se excluyeron 204 por presentar NE de duración inferior a 48 horas, nutrición por vía oral o nutrición parenteral (Fig. 1).

De los 69 pacientes incluidos, el 79,71% eran hombres, con una edad de 46 (34-58) años y una estancia en UCI de 17 (10-29) días. El ISS de estos pacientes fue de 34 (20,5-43) y el tiempo de ventilación mecánica (VM), de diez (6-16,5) días.

Se monitorizaron 1.130 días de tratamiento nutricional. Se descartaron 18 días que correspondieron a pacientes que recibieron solo nutrición parenteral (NP) o la combinación de NP y NE. Se analizaron 1.112 días de NE exclusiva (Fig. 1).

A partir del tercer día de ingreso en UCI (979 días monitorizados), la eficacia nutricional fue óptima: 92,43% (72,8- 97,5) (Fig. 2). El cumplimiento del objetivo calórico de estos días fue óptimo



**Figura 1.**  
Días monitorizados.

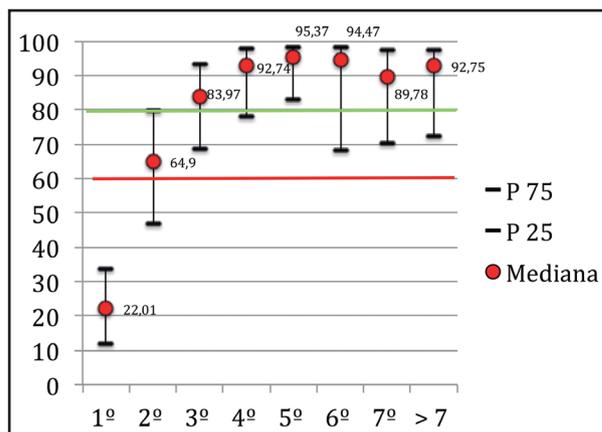
en el 69,7%, subóptimo en el 16,5% y de riesgo en el 15,5% de los días (Fig. 3).

Las kcal pautadas a partir de día 3 de NE fueron 2.083 (1.841-2.269) y las kcal administradas fueron 1.722 (1.400-2.056).

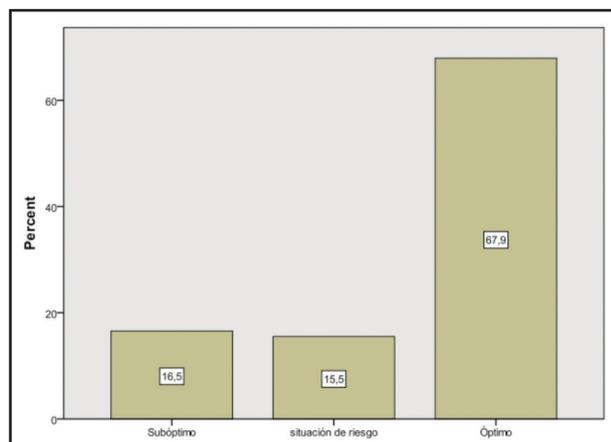
La duración de la NE fue de 13 días (6-24). El número de interrupciones de la NE por paciente durante el tiempo de NE fue de 3 (1,5-6). El tiempo total de interrupción de la NE por paciente fue de 17 horas (7,5-37).

Las interrupciones de la NE ocurrieron en 394 días de los monitorizados (35,43% del total de días monitorizados).

Observamos como causa más frecuente de interrupción de la NE los procedimientos y técnicas y, dentro de estos, los no



**Figura 2.**  
Porcentaje calórico y día de NE (1.112 días monitorizados). Eje de abscisas: día de nutrición enteral en el que se encuentra el paciente. Eje de ordenadas: porcentaje calórico de los pacientes en el día de nutrición enteral en el que se encontraban.



**Figura 3.**

Objetivo calórico a partir del día 3 de NE (979 días monitorizados). Aporte calórico óptimo: aportes de NE > 80% de las kcal prescritas; aporte calórico en situación de riesgo: aportes de NE entre 60-80% de las kcal prescritas; aporte calórico subóptimo: aportes de NE < 60% de las kcal prescritas.

relacionados con la vía aérea, que aparecen en un 38,2% de los días con interrupción, con un tiempo de parada de tres (1-7,25) horas. Las causas y la mediana de tiempo de parada de la NE se expresan en la tabla I.

En las interrupciones de la NE, se alcanzaron objetivos calóricos óptimos en un 35% de los días con interrupción por técnicas/procedimientos y en un 27% de los días con interrupción por complicaciones gastrointestinales (Tabla II).

**Tabla I. Causas y tiempos de interrupción de la NE**

Tipo de interrupción	Días (394)	Tiempo parada (NE)
<i>1. Técnicas y procedimientos:</i>	209	
Relacionados con vía aérea	59	5 (3-8) horas
No relacionados con vía aérea	150	3 (1-7,25) horas
<i>2. Complicaciones gastrointestinales</i>	154	
Vómitos	38	6 (3,75-10) horas
Débito alto	26	5,50 (2-9) horas
Diarrea	90	0 horas
<i>3. Mixtas (presentan 1. Y 2.)</i>	21	5 (2,5-6,5) horas
<i>4. Sin justificar</i>	10	0 (0-2,75) horas

1. Procedimientos/técnicas relacionados con vía aérea: extubación, intubación, realización de traqueotomía percutánea. 2. Procedimientos/técnicas no relacionados con vía aérea: pruebas radiológicas, cirugías, problemas con la sonda.

## DISCUSIÓN

El aporte óptimo de proteínas y calorías para mejorar los resultados en el paciente crítico sigue siendo desconocido (13,14). Es difícil, por tanto, definir adecuadamente la hiponutrición (15), aunque existen datos que indican que una nutrición adecuada mejora los resultados en estos pacientes.

Entre los resultados de este estudio destacamos una mediana de administración del 92,43% de las kcal prescritas a los pacientes a partir del día 3 de ingreso en UCI. Un resultado similar es referido por otros autores, pero este porcentaje es obtenido a lo largo del periodo de estudio, con medianas del 19% en el primer día de NE hasta un 91% en el día 14 de NE (16).

Otros autores confirman la dificultad, por un lado, de lograr el objetivo calórico, refiriendo la imposibilidad de alcanzarlo hasta en un 65% de los pacientes (17), y por otro, de obtener porcentajes elevados de administración de NE, tal como nos muestran algunos estudios que recogen cumplimientos de objetivos calóricos de en torno a un 50-57% al tercer día de ingreso e incluso menores (18) a lo largo de todo el periodo de estudio.

El aporte referido de los requerimientos calóricos prescritos varía entre el 58% (5), el 60,2% (19) y el 61,2% (20). En series de pacientes con trauma y otros estados hipercatabólicos como quemados o neurocríticos, aseguran el cumplimiento de un 67-76% de los requerimientos nutricionales prescritos, con porcentajes similares en el estudio de Czupram y cols. (13) y algo mayores en el de Yip y cols., en el cual se consigue aportar un 80% de los requerimientos energéticos a un 66% de los pacientes (2).

Este inadecuado aporte calórico puede deberse a diversos factores. En este estudio analizamos uno de ellos: las interrupciones de la NE. En nuestra serie de pacientes, observamos 394 días en los que se produce interrupción de la NE, es decir, un 35,43% del total de días monitorizados. En los estudios consultados, este porcentaje varía de un 19,6% a un 63% (3,8,21) respecto al total del tiempo de NE monitorizado.

Muchos de estos autores coinciden en destacar como razón más común de interrupción de la NE los procedimientos (2,9,17,22). Este resultado es similar al apreciado en el presente estudio, donde las causas más frecuente de interrupción son los procedimientos y las técnicas que se realizan al paciente.

De manera similar a otros estudios (2), encontramos como interrupción más frecuente de la NE la debida a complicaciones gastrointestinales, aunque en nuestro caso no observamos el débito gástrico como causa principal sino la aparición de diarrea. Cabe destacar que en nuestros pacientes no interrumpimos la NE sino que modificamos los ritmos de la misma en función del protocolo del grupo de trabajo de metabolismo y nutrición de la Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias (SEMICYUC) (23).

En cuanto a los tiempos de parada de la NE, la literatura revisada habla de medianas de tiempos de paradas muy superiores a los encontrados en nuestra serie de pacientes: 17 y 20 horas de parada en relación a los procedimientos y tiempos por débito alto de 17,5 y 21,5 horas.

**Tabla II.** Interrupciones de la NE y aportes calóricos

	Óptimo <sup>1</sup> (> 80%) (N.º días) <sup>2</sup>	En situación de riesgo <sup>1</sup> (60-80%) (N.º días) <sup>2</sup>	Subóptimo <sup>1</sup> (< 60%) (N.º días) <sup>2</sup>
Relacionados con vía aérea (59 días)	13	23	23
No relacionados con vía aérea (150 días)	60	49	41
Vómitos (38 días)	8	13	17
Débito alto (26 días)	4	4	18
Diarrea (90 días)	30	21	39
Mixtas (21 días)	2	5	14
Sin justificar (10 días)	2	5	3

<sup>1</sup>Aporte calórico óptimo: aportes de NE > 80% de las kcal prescritas; aporte calórico en situación de riesgo: aportes de NE entre 60-80% de las kcal prescritas; aporte calórico subóptimo: aportes de NE < 60% de las kcal prescritas. <sup>2</sup>(N.º días): número de días en que se administra ese objetivo calórico.

Tiempos similares a los observados en nuestro estudio son los registrados en el estudio de Sunden y cols. (16) y O'Meara y cols. (18) al referirse a los procedimientos sobre vía aérea, en el que documentan medianas de cinco horas de parada de la NE.

La utilización y el seguimiento de protocolos de nutrición (5,22,24,25) proporcionan una mayor ingesta calórica y mejores resultados en la evolución de los pacientes (5,9,26). Diversos autores refieren un cumplimiento de un 89% y un 93% de calorías administradas con respecto a las prescritas en aquellos protocolos basados en volumen (25,27). Ello es debido a que las interrupciones que se producen por causas gastrointestinales están mejor ajustadas (19) y porque son herramientas reconocidas por las principales sociedades internacionales de nutrición para alcanzar las metas nutricionales propuestas para cada paciente (28).

En un ensayo clínico se demuestra cómo los pacientes que han seguido algoritmos basados en la evidencia presentan menos días de estancia y una tendencia a disminuir la mortalidad (29).

Estas directrices deberían integrar paquetes de medidas en los que se procurara conseguir la administración de calorías y proteínas pautadas en 48-72 horas en los pacientes con alto riesgo, como son los pacientes de UCI (11).

El inicio precoz de la NE, indicador de calidad para el tratamiento de los pacientes críticos (30) y el avance progresivo de su administración, hace que el paciente reciba más del 90% de la ingesta prescrita. La relación entre el inicio precoz de la NE (dentro de las primeras 24 horas) y la disminución de la mortalidad en UCI ha sido referida en otros trabajos (31).

Las intervenciones y procedimientos en los pacientes con enfermedad traumática grave ingresados en UCI son frecuentes y responsables de las interrupciones de la NE, lo que hace que estos pacientes reciban menos kcal de las que realmente tienen prescritas (25). Este déficit de energía/proteínas puede llevar a un estado de desnutrición que favorecería una mayor estancia en centros de rehabilitación y resultados neurológicos desfavorables a los seis meses (21). Por el contrario, los pacientes que alcanzan los objetivos calóricos pautados tienen mejor forma física al ser dados de alta de la UCI, lo cual favorece los periodos de rehabilitación.

## CONCLUSIONES

En nuestra experiencia, el aporte calórico del paciente crítico con patología traumática se logra de forma óptima a partir del día 3 de ingreso. Entre las causas de interrupción de la NE más frecuentes se encuentran los procedimientos no relacionados con la vía aérea.

## LIMITACIONES

Las limitaciones del presente estudio son aquellas que se derivan de los estudios observacionales.

El objetivo calórico ha sido expresado en relación a las kcal prescritas en los pacientes; no se ha tenido en cuenta la fase evolutiva en la que se encontraba el enfermo.

Por otro lado, es un estudio llevado a cabo en un solo centro y dentro de una UCI altamente especializada en la atención a pacientes con trauma grave, lo que limita la extrapolación de los resultados a otras UCI. Además, ciertos parámetros potencialmente relevantes como mortalidad en UCI y aporte proteico no se registraron.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta J, Herrero I, Conejero R. Recomendaciones para el soporte nutricional y metabólico especializado del paciente crítico. Actualización. Consenso SEMICYUC-SENPE: Paciente neurocrítico. Med Intensiva 2011;35(Suppl 1):77-80.
- Yip KF, Rai V, Wong KK. Evaluation of delivery of enteral nutrition in mechanically ventilated Malaysian ICU patients. BMC Anesthesiol 2014;14:127.
- Kim H, Stotts NA, Froelicher ES, Engler MM, Porter C. Why patients in critical care do not receive adequate enteral nutrition? A review of the literature. J Crit Care 2012;27(6):702-13.
- Cahill NE, Murch L, Wang M, Day AG, Cook D, Heyland DK. The validation of a questionnaire to assess barriers to enteral feeding in critically ill patients: a multicenter international survey. BMC Health Serv Res 2014;14:197.
- Chapple LA, Chapman MJ, Lange K, Deane AM, Heyland DK. Nutrition support practices in critically ill head-injured patients: a global perspective. Crit Care 2016;7:20:6.

6. Williams TA, Leslie GD, Leen T, Mills L, Dobb GJ. Reducing interruptions to continuous enteral nutrition in the intensive care unit: a comparative study. *J Clin Nurs* 2013;22(19-20):2838-48. DOI: 10.1111/jocn.12068. E-pub 12 de enero de 2013.
7. Driver AG, LeBrun M. Iatrogenic malnutrition in patients receiving ventilator support. *JAMA* 1980;244(19):2195-6.
8. Kozeniecki M, McAndrew N, Patel JJ, Heyland DK. ICU and process related barriers to optimizing enteral nutrition in a tertiary medical Intensive Care Unit. *Nutr Clin Pract* 2016;31(1):80-5.
9. Parent BA, Mandell SP, Maier RV, Minei J, Sperry J, Moore EE, et al. Safety of minimizing preoperative starvation in critically ill and intubated trauma patients. *J Trauma Acute Care Surg* 2016;80(6):957-63.
10. Canadian Critical Care Trials Group. Barriers to feeding critically ill patients: a multicenter survey of critical care nurses. *J Crit Care* 2012;27(6):727-34.
11. McClave SA, Martindale RG, Rice TW, Heyland DK. Feeding the critically ill patient. *Crit Care Med* 2014;42(12):2600-10.
12. Jacobs DG, Jacobs DO, Kudsk KA, Moore FA, Oswanski MF, Poole GV, et al. Practice management guidelines for nutritional support of the trauma patient. *J Trauma* 2004;57(3):660-78;discussion 679.
13. Czupran A, Headdon W, Deane AM, Lange K, Chapman MJ, Heyland DK. International observational study of nutritional support in mechanically ventilated patients following burn injury. *Burns* 2015;41(3):510-8.
14. Ali Abdelhamid Y, Chapman MJ, Deane AM. Peri-operative nutrition. *Anaesthesia* 2016;71(Suppl 1):9-18.
15. Peev MP, Yeh DD, Quraishi SA, Osler P, Chang Y, Gillis E, et al. Causes and consequences of interrupted enteral nutrition: a prospective observational study in critically ill surgical patients. *J Parenter Enteral Nutr* 2015;39(1):21-7.
16. Sudenis T, Hall K, Cartotto R. Enteral nutrition: what the dietitian prescribes is not what the burn patient gets! *J Burn Care Res* 2015;36(2):297-305.
17. Wilson S, Madisi NY, Bassily-Marcus A, Manasia A, Oropello J, Kohli-Seth R. Enteral nutrition administration in a surgical intensive care unit: achieving goals with better strategies. *World J Crit Care Med* 2016;5(3):180-6.
18. O'Meara D, Mireles-Cabodevila E, Frame F, Hummell AC, Hammel J, Dweik RA, et al. Evaluation of delivery of enteral nutrition in critically ill patients receiving mechanical ventilation. *Am J Crit Care* 2008;17(1):53-61.
19. Saran D, Brody RA, Stankorb SM, Parrott SJ, Heyland DK. Gastric vs small bowel feeding in critically ill neurologically injured patients: results of a multicenter observational study. *J Parenter Enteral Nutr* 2015;39(8):910-6.
20. Cahill NE, Jiang X, Heyland DK. Revised questionnaire to assess barriers to adequate nutrition in the critically ill. *J Parenter Enteral Nutr* 2016;40(4):511-8.
21. Chapple LS, Deane AM, Heyland DK, Lange K, Kranz AJ, Williams LT, et al. Energy and protein deficits throughout hospitalization in patients admitted with a traumatic brain injury. *Clin Nutr* 2016;35(6):1315-22.
22. Lichtenberg K, Guay-Berry P, Pipitone A, Bondy A, Rotello L. Compensatory increased enteral feeding goal rates: a way to achieve optimal nutrition. *Nutr Clin Pract* 2010;25(6):653-7.
23. Grupo de Trabajo de Metabolismo y Nutrición de la SEMYCIUC. Algoritmos de Intervención Nutricional en el Paciente Crítico. 1ª Ed. Madrid: Grupo de Trabajo de Metabolismo y Nutrición de la SEMYCIUC; 2010.
24. Heyland DK, Dhaliwal R, Lemieux M, Wang M, Day AG. Implementing the PEP uP protocol in critical care units in Canada: results of a multicenter, quality improvement study. *J Parenter Enteral Nutr* 2015;39(6):698-706.
25. Taylor B, Brody R, Denmark R, Southard R, Byham-Gray L. Improving enteral delivery through the adoption of the "Feed Early Enteral Diet adequately for Maximum Effect (FEED ME)" protocol in a surgical trauma ICU: a quality improvement review. *Nutr Clin Pract* 2014;29(5):639-48.
26. Sungur G, Sahin H, Tasci S. The effects of implementing a nutritional support algorithm in critically ill medical patients. *J Pak Med Assoc* 2015;65(8):810-4.
27. McClave SA, Saad MA, Esterle M, Anderson M, Jotautas AE, Franklin GA, et al. Volume-based feeding in the critically ill patient. *J Parenter Enteral Nutr* 2015;39(6):707-12.
28. Society of Critical Care Medicine; American Society for Parenteral and Enteral Nutrition. Guidelines for the provision and assessment of nutrition support therapy in the adult critically ill patient: Society of Critical Care Medicine (SCCM); American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN). *J Parenter Enteral Nutr* 2016;40(2):159-211.
29. Martin CM, Doig GS, Heyland DK, Morrison T, Sibbald WJ. Multicentre, cluster-randomized clinical trial of algorithms for critical-care enteral and parenteral therapy (ACCEPT). *CMAJ* 2004;170(2):197-204.
30. Lázaro NI, Catalán M, García C, Terceros L, Montejo JC. Análisis de los cambios en las prácticas de nutrición en UCI tras una intervención en el proceso. *Med Intensiva* 2015;39(9):530-6.
31. Franzosi OS, Loss SH. Timing versus caloric goal in nutritional therapy for critically ill patients. *Nutr Hosp* 2016;33(3):254.



## Trabajo Original

Paciente crítico

### Relación entre la escala de riesgo nutricional NUTRIC y el hipercatabolismo proteico en pacientes críticos ventilados

*Relationship between the NUTRIC nutritional risk scale and protein hypercatabolism in critically ventilated patients*

Dino Moretti<sup>1</sup>, Melisa D. Ré<sup>1</sup>, Nicolás S. Rocchetti<sup>1</sup>, Daniel H. Bagilet<sup>1</sup>, Claudio J. Settecase<sup>1</sup>, Martin G. Buncuga<sup>1</sup> y Marta Quaglino<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Cuidados Intensivos. Hospital Escuela "Eva Perón". Granadero Baigorria, Santa Fe, Argentina. Medicina Crítica y Terapia Intensiva. Facultad de Ciencias Médicas. Universidad Nacional de Rosario. Santa Fe, Argentina. <sup>2</sup>Escuela de Estadística. Facultad de Ciencias Económicas y Estadística. Universidad Nacional de Rosario. Santa Fe, Argentina

#### Resumen

**Introducción:** la escala de riesgo nutricional NUTRIC no incluye una variable que estime en forma objetiva el hipercatabolismo proteico (HCP), una de las principales alteraciones metabólicas que experimentan los pacientes críticos.

**Objetivo:** evaluar la correlación de la escala NUTRIC con el HCP en pacientes críticos ventilados.

**Material y métodos:** estudio prospectivo, observacional. UCI polivalente. Incluyó pacientes  $\geq 18$  años, ventilados, sin anuria ni insuficiencia renal crónica. La variante del NUTRIC, que reemplaza la IL-6 por PCR se obtuvo al ingreso y se recolectó orina de 24 horas al segundo (T0) y cuarto día (T1) para determinar el nitrógeno urinario total (NUT).

**Resultados:** se incluyeron 69 pacientes. Edad media: 43 años ( $\pm 17,01$ ); el 73% eran varones. Patologías de ingreso: trauma (39%) y sepsis (20%). APACHE II: 17 ( $\pm 6,66$ ). Presentaron insuficiencia renal aguda (IRA) 17 pacientes. NUTRIC medio: 3,13 ( $\pm 1,94$ ). El 84% presentó bajo riesgo nutricional. La correlación de Pearson entre NUTRIC y NUT en T0 y T1 fue de -0,150 (p: 0,218) y -0,053 (p: 0,663). La media de internación y ventilación mecánica fue de 13,35 ( $\pm 12,37$ ) y 9,84 ( $\pm 10,82$ ) días, respectivamente. Mortalidad en UCI: 36%. En el subgrupo sin IRA con bajo riesgo por NUTRIC el 27% presentó HCP severo en T0 y el 52% en T1. La correlación fue: 0,070 (p: 0,620) y 0,138 (p: 0,329), respectivamente.

**Conclusión:** no se halló correlación entre los estimadores de la respuesta metabólica de estrés de la escala NUTRIC y el HCP en pacientes críticos ventilados; por lo tanto, no se podría sustituir la medición real del mismo en la valoración del riesgo nutricional.

#### Abstract

**Introduction:** the Nutrition Risk in Critically Ill (NUTRIC) score does not include a variable that objectively estimates protein hypercatabolism (PHC), one of the main metabolic changes experienced by critical patients.

**Objective:** to evaluate the correlation of the NUTRIC score with PHC in critically ventilated patients.

**Material and methods:** prospective, observational study. Mixed ICU. It included ventilated patients  $\geq 18$  years old, without anuria or chronic renal failure. The modified NUTRIC score, which replaces IL-6 for PCR, was obtained at admission and 24-hour urine was collected at the 2<sup>nd</sup> (T0) and 4<sup>th</sup> day (T1) to determine the total urinary nitrogen (TUN).

**Results:** a total of 69 patients were included. Average age: 43 years ( $\pm 17.01$ ); 73% were males. Admission pathologies: trauma (39%) and sepsis (20%). APACHE II: 17 ( $\pm 6.66$ ). Seventeen patients presented acute renal failure (ARF). NUTRIC score mean: 3.13 ( $\pm 1.94$ ); 84% presented low nutritional risk. The Pearson correlation between NUTRIC and TUN in T0 and T1 was: -0.150 (p: 0.218) and -0.053 (p: 0.663). The mean length of staying in ICU and mechanical ventilation was: 13.35 ( $\pm 12.37$ ) and 9.84 ( $\pm 10.82$ ) days, respectively. Mortality in ICU: 36%. In the non-ARF subgroup with low risk according to NUTRIC score, 27% presented severe PHC at T0 and 52% at T1. The correlation was: 0.070 (p: 0.620) and 0.138 (p: 0.329), respectively.

**Conclusion:** no correlation was found between the estimators of the stress metabolic response of the NUTRIC score and the PHC in critically ill patients ventilated; therefore, it would not be possible to substitute the measurement of the same in the assessment of the nutritional risk

#### Palabras clave:

Evaluación nutricional.  
Enfermedad crítica. Inflamación.  
Metabolismo. Soporte nutricional.

#### Key words:

Nutritional assessment.  
Critical disease.  
Inflammation.  
Metabolism.  
Nutritional support.

Recibido: 26/03/2018 • Aceptado: 14/06/2018

Moretti D, Ré MD, Rocchetti NS, Bagilet DH, Settecase CJ, Buncuga MG, Quaglino M. Relación entre la escala de riesgo nutricional NUTRIC y el hipercatabolismo proteico en pacientes críticos ventilados. Nutr Hosp 2018;35(6):1263-1269

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1938>

#### Correspondencia:

Dino Moretti. Unidad de Cuidados Intensivos. Hospital Escuela "Eva Perón". San Martín 1645, 2152 Granadero Baigorria. Gran Rosario, Santa Fe, Argentina  
e-mail: morettidino@hotmail.com

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha comenzado a redefinirse el riesgo nutricional en los pacientes críticos, entendiendo como tal al riesgo de adquirir complicaciones o eventos adversos potencialmente modificables por la intervención nutricional (1).

En el año 2011, Heyland y cols. desarrollaron y validaron una escala para evaluar el riesgo nutricional específicamente en pacientes críticos denominada Nutrition Risk in the Critically Ill (NUTRIC). La misma se concibe dentro del paradigma inflamatorio de la desnutrición en el adulto. La selección de las seis variables finales de dicha escala (edad, Acute Physiology and Chronic Health Evaluation [APACHE II], Sequential Organ Failure Assessment [SOFA], días previos de hospitalización, comorbilidades e interleucina-6 [IL-6]) refuerza el hecho de que en los enfermos críticos el soporte nutricional se basa más en la evaluación de los aspectos metabólicos (inflamación/catabolismo) que en los tradicionales de la evaluación del estado nutricional del paciente (pérdida de peso/diminución de la ingesta) (1-3). Se han descrito variantes de la escala NUTRIC original que no incluyen a la IL-6 o la reemplazan por la PCR (proteína C reactiva) con el mismo resultado y mayor aplicabilidad (4-6).

La guía de soporte nutricional en el paciente crítico de la American Society for Parenteral and Enteral Nutrition - Society of Critical Care Medicine (ASPEN-SCCM) del año 2016 incorpora el concepto de la escala NUTRIC y lo estructura en la toma de decisiones de aspectos controversiales como la nutrición trófica o la nutrición parenteral, entre otros, basados fundamentalmente en que los pacientes de alto riesgo nutricional por NUTRIC se benefician más de una estrategia de soporte nutricional optimizado, con mayor aporte calórico-proteico, que los pacientes de bajo riesgo (2,4,7).

Sin embargo Arabi y cols., en un análisis "post-hoc" del estudio Permissive Underfeeding *versus* Target Enteral Feeding in Adult Critically Ill Patients (PERMIT) concluyeron que la hipoalimentación permisiva en calorías sin restringir proteínas se asoció con resultados similares, independientemente de que el riesgo nutricional por NUTRIC sea alto o bajo. Con base en estos datos, se ha sugerido no utilizar dicha escala, al considerarla más de gravedad que de riesgo nutricional, y que la misma no identificaría correctamente al grupo de pacientes que se beneficie de una intervención nutricional agresiva temprana (8,9).

Por otra parte, la pérdida incrementada de proteína corporal, expresada habitualmente a través de un balance nitrogenado negativo, conlleva una pérdida de masa magra y de función (muscular, enzimática, inmunológica, etc.) que se relaciona en forma proporcional con una mayor morbimortalidad. El hipermetabolismo proteico (HCP) es reconocido como una de las principales alteraciones metabólicas del paciente crítico. La duración e intensidad del mismo están determinadas por la intensidad de la injuria y la severidad de la respuesta inflamatoria.

El nitrógeno ureico urinario (NUU) se ha considerado clásicamente como estimador del nitrógeno urinario total (NUT). Su

excreción en 24 horas es habitualmente utilizada para el reconocimiento de estados de HCP (10-13).

Un reciente consenso de expertos en nutrición clínica y metabolismo proteico reconoce que el balance nitrogenado tiene sus limitaciones en pacientes de corta estancia en UCI. Sin embargo, es una de las pocas herramientas disponibles en la mayoría de los centros de atención para evaluar evolutivamente la economía proteica corporal en pacientes sin insuficiencia renal (14).

Para aclarar la controversia entre mortalidad y NUTRIC alto/bajo planteada por Aramis, se ha sugerido realizar estudios que evalúen diferentes aportes de proteínas en lugar de calorías (15). Los mismos deben asumir una relación directa entre la escala NUTRIC y el HCP, que permita contemplarlos en el contexto del balance nitrogenado. En este sentido, la escala NUTRIC no incluye una variable específica que determine el HCP, si bien el mismo está implícito en las variables inflamatorias y de gravedad que lo componen.

Partiendo de la hipótesis anterior, realizamos este estudio con el objetivo de evaluar la relación de la escala NUTRIC con el HCP en pacientes críticos ventilados.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### DISEÑO

Este estudio prospectivo y observacional fue realizado entre el primero de enero de 2016 y el 30 de junio del mismo año, en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) polivalente de alta complejidad del Hospital "Eva Perón". Este hospital universitario se encuentra ubicado en la ciudad de Granadero Baigorria (Gran Rosario), provincia de Santa Fe, Argentina. Tiene 137 camas disponibles para la atención de pacientes adultos con patología aguda, de las cuales 14 pertenecen a la UCI.

### CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Se reclutaron pacientes de ambos sexos con edad  $\geq 18$  años, internados al menos 72 horas en la UCI y vinculados a asistencia ventilatoria mecánica (AVM) desde el ingreso.

Los criterios de exclusión fueron anuria e insuficiencia renal crónica.

### VARIABLES ANALIZADAS

Las variables analizadas son: edad, sexo, motivo de ingreso (médico, quirúrgico o traumatológico), patología de ingreso (trauma, neurológica, sepsis, postoperatorio, respiratoria, otras), APACHE II, Simplified Acute Physiology Score (SAPS) II, SOFA, escala NUTRIC, riesgo nutricional según NUTRIC (bajo o alto), creatinina sérica, urea en orina de 24 horas, NUT, días de internación en la UCI, mortalidad en la UCI, calorías y proteínas.

**DEFINICIONES**

- NUTRIC: se construyó con las siguientes variables: edad, APACHE II, SOFA, comorbilidades, días en el hospital previos al ingreso a la UCI y PCR. Los pacientes fueron clasificados como de alto riesgo nutricional si la escala era ≥ 6 puntos o bajo riesgo si era ≤ 5 puntos. Se utilizó la variante que reemplaza la IL-6 por PCR, por el hecho de contemplar un biomarcador inflamatorio y haber sido validada en nuestra población en un estudio previo (6). El cálculo del NUTRIC estuvo a cargo del médico de guardia del día del ingreso (Anexo 1).
- Hipercatabolismo proteico: para determinarlo se recolectó una muestra de orina de 24 horas, en la cual se analizó el nivel de urea y se calculó el NUT mediante la fórmula:  $NUT = ([UUT/2] \times 1,10) + 2,35$ , donde UUT representa la urea urinaria total. Los puntos de corte para la clasificación del HCP fueron:  $NUT < 5$  g/día: no HCP;  $NUT 5-10$  g/día: HCP leve;  $NUT 10-15$  g/día: HCP moderado; y  $NUT > 15$  g/día: HCP severo (13).
- Insuficiencia renal aguda: a los fines de este estudio se definió la misma como creatinina sérica > 1,2 mg% con filtrado glomerular (FG) por aclaramiento de creatinina en orina de 24 horas < 50 ml/min en cualquier momento del periodo de observación. Este punto de corte se estableció en forma arbitraria considerando el confundidor de la insuficiencia renal en la determinación del NUT como así también la controversia y falta de consenso acerca del punto de corte del FG o de los valores de creatinina para considerar la misma en los distintos trabajos (16-19).

**OBTENCIÓN DE DATOS**

Se utilizó el *software* SATI-Q como instrumento de registro de datos y para el cálculo automático de los puntajes: APACHE II, SOFA y SAPS II. El *software* SATI-Q es una herramienta infor-

mática utilizada para el registro de datos referidos a estándares de calidad, auspiciado por la Sociedad Argentina de Terapia Intensiva (SATI), para aquellas UCI participantes del programa Quality Benchmarking. La carga de datos se realizó en tiempo real por personal médico, fisiátrico y de enfermería debidamente capacitados.

**TIEMPOS**

El primer día se consideró por convención desde el horario de ingreso a la UCI hasta la evaluación a realizarse a las 8:00 a.m. del día siguiente; cabe destacar que podría ser menos de 24 horas. El segundo día y los subsecuentes son demarcados por el día calendario de 8:00 a.m. a 8:00 a.m. del día siguiente. A todos los pacientes ingresados en el estudio se les recolectó una muestra de orina de 24 horas, en la cual se analizó el nivel de urea y se calculó el NUT en dos tiempos: al segundo día (T0) y al cuarto día (T1) de ingreso a UCI. El criterio temporal de la medición del NUT en T1 se estableció en base a las recomendaciones de la guía ASPEN-CCM de adoptar conductas en dicho tiempo en base al resultado del NUTRIC al ingreso.

El análisis de orina se realizó por el laboratorio central del hospital que utilizó el método enzimático (test cinético con ureasa y glutamato deshidrogenasa, Cabas 6000®) para determinar la urea urinaria y el método de cinética colorimétrica (creatinina Jaffe de segunda generación® - Cabas 6000®) para la determinación de creatinina urinaria y sérica.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Las variables categóricas fueron resumidas a través de número de casos y porcentajes y las cuantitativas, con medias ± desvío estándar. Para evaluar las hipótesis comparativas se utilizaron test de proporciones, Chi cuadrado o test exacto de Fisher en el caso de muestras pequeñas, o test t bilateral para muestras independientes, respectivamente. Para la comparación de medias de variables cuantitativas entre tiempos de medición consecutivos se empleó el test t pareado. En todos los test el nivel de significación empleado fue 0,05. El grado de asociación entre las variables cuantitativas se evaluó con coeficientes de correlación de Pearson y su significatividad, con test z normal. Para el procesamiento de los datos se utilizó el *software* Minitab® 17.

**ASPECTOS ÉTICOS**

El trabajo fue aprobado por el Comité de Docencia e Investigación del Hospital "Eva Perón". Para proteger la confidencialidad de los pacientes se reemplazaron el nombre y el apellido por un código alfanumérico. Esta información solo se manejó por los autores y por ningún motivo estuvo en conocimiento de personas ajenas al estudio.

**Anexo 1. Escala NUTRIC**

Variables	Puntos			
	0	1	2	3
Edad (años)	≤ 49	50-74	≥ 75	
APACHE II (puntos)	≤ 14	15-19	20-28	≥ 29
SOFA (puntos)	≤ 5	6-9	≥ 10	
Comorbilidades	≤ 1	≥ 2		
Días previos al ingreso a UCI	0	≥ 1		
PCR	< 10	≥ 10		
Bajo riesgo	0-5	Alto riesgo		6-10

UCI: Unidad de Cuidados Intensivos; PCR: proteína C reactiva. Moretti D, Bagilet DH, Buncuga M, Settecase CJ, Quaglino MB, Quintana R. Study of two variants of nutritional risk score "NUTRIC" in ventilated critical patients. *Nutr Hosp* 2014;29(1):166-72.

## RESULTADOS

Se incluyeron 69 pacientes, la media de edad fue de 42,72 años ( $\pm 17,01$ ) y el 72,56% de ellos fueron varones. La patología de ingreso más frecuente fue el trauma (39,13%) seguida de la sepsis (20,29%). Las medias de APACHE II, SAPS II y SOFA en el grupo total y en los subgrupos con o sin falla renal aguda se pueden observar con las demás características de la población en la tabla I.

La media de la escala NUTRIC fue de 3,13 ( $\pm 1,94$ ). El 84% de los pacientes tuvieron NUTRIC  $\leq 5$  y fueron clasificados como de bajo riesgo nutricional. La media de internación fue de 13,35 ( $\pm 12,37$ ) días y la de AVM, de 9,84 ( $\pm 10,82$ ) días. La mortalidad en UCI fue del 36% (Tabla I). Presentaron HCP moderado-severo (NUT > 10 g) en T0 y T1 44 (63,76%) y 55 (79,71%) pacientes, respectivamente (Tabla II).

La media de AVM en el grupo de bajo y alto riesgo nutricional fue de 9,5 ( $\pm 6,89$ ) y 14,82 ( $\pm 22,03$ ) días ( $p = 0,446$ ) y la mortalidad observada fue de 18/58 pacientes (31,03%) y 7/11 pacientes (63,64%), respectivamente ( $p = 0,000$ , IC 95% 0,31-0,65).

En la tabla III se observan las variables analizadas en el grupo de pacientes sin falla renal aguda agrupadas según riesgo nutricional en los tiempos de observación. Dentro de los clasificados como bajo riesgo, presentaron HCP severo el 27% y el 52% (23 de 44) en el T0 y T1, respectivamente.

La correlación de Pearson entre el NUTRIC y el NUT en el grupo total en T0 y T1 fue de -0,150 ( $p: 0,218$ ) y -0,053 ( $p: 0,663$ ) respectivamente. En el subgrupo con falla renal, en T0 y T1 fue de -0,354 ( $p: 0,164$ ) y -0,318 ( $p: 0,213$ ) y en el grupo sin falla renal fue de 0,070 ( $p: 0,620$ ) y 0,138 ( $p: 0,329$ ) (Fig. 1).

## DISCUSION

El hallazgo más importante de nuestro estudio es la falta de correlación de la escala NUTRIC con una variable objetiva del catabolismo proteico como es el NUT estimado a partir del NUU en una población de pacientes críticos ventilados.

A pesar del reconocido rol del hipercatabolismo proteico en la evolución de los pacientes críticos y del hecho de que la escala

**Tabla I. Características generales de la población. Comparaciones entre grupos con y sin insuficiencia renal aguda (IRA)**

Variables	Grupo total (n = 69)	Grupo sin IRA (n = 52)	Grupo con IRA (n = 17)	p
Edad - años (media $\pm$ DE)	42,72 ( $\pm 17,01$ )	41,73 ( $\pm 16,76$ )	45,47 ( $\pm 18,34$ )	0,463
Varones - n (%)	50 (72,56%)	35 (67,30%)	15 (88,23%)	0,124
Motivos de ingreso - n (%)				
Patología médica	33 (47,83%)	23 (44,23%)	10 (58,82%)	0,487
Politraumatismo	28 (40,58%)	22 (42,30%)	6 (35,29%)	
Cirugía	8 (11,59%)	7 (13,46%)	1 (5,88%)	
Patología de ingreso - n (%)				
Trauma	27 (39,13%)	21 (40,38%)	6 (35,29%)	-
Neurológica	12 (17,39%)	11 (21,15%)	1 (5,88%)	
Sepsis	14 (20,29%)	7 (13,46%)	7 (41,17%)	
Postoperatorio	5 (7,25%)	4 (7,69%)	1 (5,88%)	
Respiratoria	4 (5,80%)	3 (5,76%)	1 (5,88%)	
Otras	7 (10,15%)	6 (11,53%)	1 (5,88%)	
APACHE II puntos (media $\pm$ DE)	16,66 ( $\pm 6,66$ )	16,00 ( $\pm 6,88$ )	18,71 ( $\pm 5,65$ )	
SAPS II puntos (media $\pm$ DE)	40,07 ( $\pm 15,35$ )	37,54 ( $\pm 15,05$ )	47,82 ( $\pm 13,95$ )	0,015
SOFA puntos (media $\pm$ DE)	6,49 ( $\pm 3,28$ )	5,98 ( $\pm 3,27$ )	8,05 ( $\pm 2,86$ )	0,018
Escala NUTRIC puntos (media $\pm$ DE)	3,13 ( $\pm 1,94$ )	2,59 ( $\pm 1,71$ )	3,17 ( $\pm 2,03$ )	0,300
NUTRIC bajo ( $\leq 5$ puntos) (%)	58 (84,06%)	44 (84,61%)	14 (82,35%)	1,000
Calorías/proteínas				
T0	0/0	0/0	0/0	
T1	853/32	853/32	853/32	
Días en UCI - (media $\pm$ DE)	13,35 (12,37)	13,12 (13,28)	13,41 (9,98)	0,925
Días de AVM - (media $\pm$ DE)	9,84 (10,82)	9,90 (11,90)	9,65 (6,80)	0,915
Fallecidos - número (%)	25 (36,23%)	16 (30,77%)	9 (52,94%)	0,105

IRA: insuficiencia renal; UCI: Unidad de Cuidados Intensivos; AVM: asistencia ventilatoria mecánica.

**Tabla II. NUT según grupo y tiempos. Comparaciones según tiempos T0 y T1**

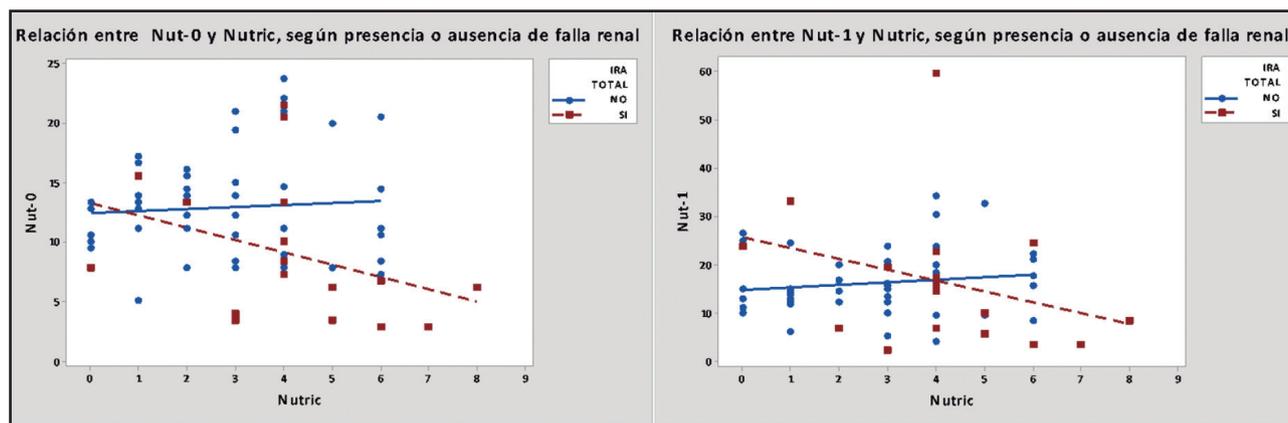
	Grupo total (n = 69)			Grupo sin IRA (n = 52)			Grupo con IRA (n = 17)		
	T0	T1	p	T0	T1	p	T0	T1	p
NUT Media (± DE)	11,96 (± 5,18)	16,23 (± 8,91)	0,000	12,92 (± 4,60)	16,20 (± 6,49)	0,000	9,05 (± 5,91)	16,29 (± 14,26)	0,030

IRA: insuficiencia renal aguda; NUT: nitrógeno ureico total.

**Tabla III. Variables del catabolismo proteico según riesgo nutricional evaluado por NUTRIC en pacientes sin insuficiencia renal aguda**

Variables	T0			T1		
	Bajo riesgo n = 44	Alto riesgo n = 8	p	Bajo riesgo n = 44	Alto riesgo n = 8	p
NUT Media (± DE)	12,99 (± 4,53)	12,53 (± 5,27)	0,823	15,86 (± 6,29)	18,09 (± 7,65)	0,459
HCP leve (%)	11 (25%)	3 (37,5%)	0,766	5 (11,3%)	2 (25%)	0,107
HCP moderado (%)	21 (47,7%)	3 (37,5%)		16 (36,3%)	0	
HCP severo (%)	12 (27,2%)	2 (25%)		23 (52,2%)	6 (75%)	

NUT: nitrógeno ureico total; HCP: hipercatabolismo proteico.



**Figura 1.**

Relación entre catabolismo proteico medido por NUT y escala NUTRIC en grupos de pacientes con y sin insuficiencia renal aguda (NUT-0: nitrógeno ureico total en tiempo 0; NUT-1: nitrógeno ureico total en tiempo 1; NUTRIC: Nutrition Risk in the Critically Ill Score; IRA: insuficiencia renal aguda).

NUTRIC incluye reconocidos factores de severidad de la enfermedad e inflamación, nuestros resultados no demuestran una correlación entre la escala NUTRIC y el HCP medido a través del NUT, incluso eliminando confundidores como la insuficiencia renal (ausencia de correlación en el subgrupo sin falla renal aguda) y el aporte de nitrógeno de la nutrición (ausencia de correlación en el T0). Esta falta de relación obliga a la determinación objetiva del catabolismo proteico en la valoración del riesgo nutricional y podría tener implicancias en la interpretación de los resultados controversiales de los estudios de estrategias nutricionales basa-

das en la escala NUTRIC. En este sentido, en el estudio de Arabi y cols. los valores promedio de NUT en el primer día son mayores en el grupo de bajo riesgo por NUTRIC (alimentación permisiva: 11,5 g y alimentación estándar: 12 g) que en los de alto riesgo (alimentación permisiva: 10,4 g y alimentación estándar: 9,5 g) y por ende, los respectivos balances nitrogenados (-5,85 g y -6,48 g vs. -4,40 g y -3,76 g, respectivamente) (8). Estos resultados paradójicos harían pensar que los estimadores de la respuesta metabólica de estrés, principalmente la inflamación, contenidos en el NUTRIC no son suficientes para reflejar el fenómeno del

catabolismo proteico del paciente crítico y, por lo tanto, no se podría sustituir la medición real del mismo. Esto va de la mano con los resultados de un estudio previo, en el cual los marcadores inflamatorios habituales (PCR y albúmina) no eran predictores válidos para la pérdida nitrogenada (20).

En forma coincidente con estudios previos, nuestros pacientes de alto riesgo por escala NUTRIC tienen peores resultados clínicos (alta mortalidad y mayor tiempo de AVM) que los de bajo riesgo, pero constituyen un porcentaje menor del total de pacientes críticos sometidos a estrés metabólico. De hecho, en el grupo de pacientes sin insuficiencia renal aguda considerados de bajo riesgo nutricional por NUTRIC se halló HCP severo en el 27% de los pacientes al ingreso y en el 50% a las 72 horas, y no hay diferencias significativas con los de alto riesgo (25% y 75%, respectivamente). Este hallazgo demuestra que el HCP severo de gran parte de los pacientes críticos ventilados fue subestimado por la escala NUTRIC. El NUTRIC, al tener seis variables con puntuaciones que van del 0 al 3, presenta más de 729 combinaciones posibles y, por lo tanto, un riesgo considerable de que pacientes con la misma puntuación de NUTRIC sean muy diferentes clínica y metabólicamente (1). Heyland y cols. y Moretti y cols. comprobaron que la mayoría de los pacientes incluidos presentaban bajo riesgo nutricional: 63% y 66-75% (NUTRIC1-2), respectivamente. Coltman y cols., en una población de 294 pacientes críticos, hallaron que el 88% de los mismos clasificaron como bajo riesgo por NUTRIC. Por su parte, Kalaiselvan y cols. y Mendes y cols. comunicaron un 57,5% y un 52% de pacientes de bajo riesgo respectivamente (2,5,6,21,22). Es de destacar que nuestra cohorte tiene preponderancia de pacientes jóvenes con patología traumática, lo cual pudo haber determinado la mayor proporción de pacientes clasificados como de bajo riesgo según la escala NUTRIC.

La escala NUTRIC es práctica y basada en datos fáciles de obtener al ingreso en la UCI, pero usa cinco variables para determinar gravedad de la enfermedad y solo una para el estado nutricional (duración de la estancia hospitalaria antes de la admisión a UCI). La mayoría de estas variables no nutricionales están relacionadas con resultados adversos (mortalidad, días de ventilación mecánica e internación en UCI), que no es lo mismo que predecir el efecto del soporte nutricional en dichos resultados. Entre las limitaciones de establecer la escala NUTRIC como parámetro de riesgo nutricional, destaca la falta de variables nutricionales clásicas (por ejemplo, índice de masa corporal [IMC], pérdida de peso, disminución de la ingesta) o la magnitud de la respuesta catabólica (por ejemplo, resistencia a la insulina, balance de nitrógeno), las cuales podrían mejorar la especificidad de la escala. La falta de un criterio explícito del tiempo de exposición a un metabolismo de estrés es otra debilidad, ya que se espera que el soporte nutricional beneficie más a los pacientes gravemente enfermos expuestos a un estrés metabólico por un periodo prolongado (por ejemplo, predicción de ventilación mecánica prologada) (1,23). Nuestro estudio aborda algunas de estas limitaciones al realizar determinaciones del NUT coincidentes con los tiempos de las guías ASPEN-SCCM a los fines de evaluar el estado del metabolismo nitrogenado evolutivamente.

El aumento significativo de los valores medios de NUT entre el ingreso y las 72 horas y, por ende, del porcentaje de pacientes con HCP severo podría deberse a la expresión máxima del síndrome de respuesta inflamatoria sistémica y la respuesta metabólica al estrés en dicho periodo de tiempo. El aporte de la ingesta de proteínas contenida en la nutrición enteral puede haber contribuido a la excreción nitrogenada urinaria pero, considerando la baja adecuación nutricional en los tiempos del estudio y el índice de catabolismo endógeno sugerido por Bistran, el mismo podría no haber influido significativamente en los resultados (24,25).

La guía ASPEN-SCCM sugiere la toma de conductas acerca de la intensidad de la terapia nutricional a las 72-96 horas de internación en base a los resultados del puntaje obtenido en la escala NUTRIC al ingreso sin contemplar la determinación del HCP (7). Las conocidas desventajas de las determinaciones del metabolismo nitrogenado constituyen la principal barrera para la implementación de su uso en la práctica clínica. El NUT como determinante de HCP pierde exactitud en pacientes con falla renal donde se encuentra alterada la excreción de urea. La necesidad de múltiples muestras y personal para su recolección, además de tener que esperar sus resultados para poder corregir los aportes nutricionales, lo torna poco práctico y fallible. No obstante, hasta que no se puedan implementar métodos más simples y rápidos para calcularlo, el nitrógeno urinario es la única herramienta disponible (12-14,26).

Actualmente, estamos desarrollando un estudio cuyo objetivo es determinar si el grupo de pacientes con bajo riesgo nutricional por NUTRIC pero con HCP severo se beneficia o no de una estrategia de soporte nutricional optimizado con protocolos de nutrición enteral intensiva que contemplen proquinéticos, alimentación pospílorica o incluso nutrición parenteral suplementaria precoz.

Dentro de las limitaciones de nuestro estudio se encuentran el escaso tamaño de la muestra, con un bajo número de pacientes en el grupo de alto riesgo nutricional por NUTRIC, la realización en un único centro y no haber validado el NUT por medición directa (Kjedhal o piro quimioluminiscencia). El hecho de que solo se incluyeran pacientes ventilados tal vez no abarque el espectro total de los pacientes de la UCI y el no haber excluido a pacientes con enfermedad neuromuscular previa podría haber agregado un confundidor, pero cabe destacar que ninguno de los pacientes estudiados presentaba dicho antecedente.

Como conclusión, en este estudio no se halló correlación entre la escala de riesgo nutricional NUTRIC y el HCP en pacientes críticos ventilados. Estos resultados demuestran que los estimadores de la respuesta metabólica de estrés de la escala NUTRIC no reflejan el catabolismo proteico y por lo tanto, no se podría sustituir la medición real del mismo en la valoración del riesgo nutricional.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Kondrup J. Nutritional-risk scoring systems in the intensive care unit. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2014;17:177-82.
2. Heyland DK, Dhaliwal R, Jiang X, Day AG. Identifying critically ill patients who benefit the most from nutrition therapy: the development and initial validation of a novel risk assessment tool. *Crit Care* 2011;15:R268.

3. Jensen GL, Wheeler D. A new approach to defining and diagnosing malnutrition in adult critical illness. *Curr Opin Crit Care* 2012;18:206-11.
4. Rahman A, Hasan RM, Agarwala R, Martin C, Day AG, Heyland DK. Identifying critically-ill patients who will benefit most from nutritional therapy: further validation of the "modified NUTRIC" nutritional risk assessment tool. *Clin Nutr* 2016;35:158-62.
5. Mendes R, Polcarpo S, Fortuna P, Alves M, Virella D, Heyland DK, et al. Nutritional risk assessment and cultural validation of the modified NUTRIC score in critically ill patients A multicenter prospective cohort study. *J Crit Care* 2017;37:45-9.
6. Moretti D, Bagilet DH, Buncuga M, Settecase CJ, Quaglino MB, Quintana R. Study of two variants of nutritional risk score "NUTRIC" in ventilated critical patients. *Nutr Hosp* 2014;29:166-72.
7. McClave SA, Taylor BE, Martindale RG, Warren MM, Johnson DR, Braunschweig C, et al. 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.). *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2016;40:159-211.
8. Arabi YM, Aldawood AS, Al-Dorzi HM, Tamim HM, Haddad SH, Jones G, et al. Permissive underfeeding or standard enteral feeding in high- and low-nutritional-risk critically ill adults. Post hoc analysis of the PermiT Trial. *Am J Respir Crit Care Med* 2017;195:652-62.
9. Marik PE, Rice TW. Feeding the critically ill: more questions than answers! *Am J Respir Crit Care Med* 2017;195:555-6.
10. Weijls PJ, Wischmeyer PE. Optimizing energy and protein balance in the ICU. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2013;16:194-201.
11. McClave SA, Martindale RG, Rice TW, Heyland DK. Feeding the critically ill patient. *Crit Care Med* 2014;42:2600-10.
12. Weijls PJ, Cynober L, DeLegge M, Kreyman G, Wernerman J, Wolfe RR. Proteins and amino acids are fundamental to optimal nutrition support in critically ill patients. *Crit Care Med* 2014;18:591.
13. Estensoro E DA, Fernández A, Pálizas F, Perman MI, Previgliano IJ, Rosa R, et al. Conceptos generales del soporte nutricional en los pacientes críticos. *Terapia Intensiva* I. 5ª ed. Buenos Aires: Panamericana; 2015. pp. 1195-211.
14. Hurt RT, McClave SA, Martindale RG, Ochoa Gautier JB, Coss-Bu JA, Dickerson RN, et al. Summary points and consensus recommendations from the International Protein Summit. *Nutr Clin Pract* 2017;32:142S-51S.
15. Compher C, Martin ND, Heyland DK. Reservations about permissive underfeeding in low versus high NUTRIC patients? *Am J Respir Crit Care Med* 2018;197:1226-7.
16. Konstantinides FN. Nitrogen balance studies in clinical nutrition. *Nutr Clin Pract* 1992;7:231-8.
17. Dickerson RN, Tidwell AC, Minard G, Croce MA, Brown RO. Predicting total urinary nitrogen excretion from urinary urea nitrogen excretion in multiple-trauma patients receiving specialized nutritional support. *Nutrition* 2005;2:332-8.
18. Martinuzzi ALN, Alcántara A, Corbal A, Di Leo ME, Guillot A, Palaoro A, et al. Nitrógeno ureico urinario como indicador del metabolismo proteico en el paciente crítico. *Rev Cubana Aliment Nutr* 2011;21:224-35.
19. Velasco N, Long CL, Otto DA, Davis N, Geiger JW, Blakemore WS. Comparison of three methods for the estimation of total nitrogen losses in hospitalized patients. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1990;14:517-22.
20. Allingstrup MJ, Esmailzadeh N, Wilkens Knudsen A, Espersen K, Hartvig Jensen T, Wiis J, et al. Provision of protein and energy in relation to measured requirements in intensive care patients. *Clin Nutr* 2012;31:462-8.
21. Coltman A, Peterson S, Roehl K, Roosevelt H, Sowa D. Use of 3 tools to assess nutrition risk in the intensive care unit. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2015;39:28-33.
22. Kalaiselvan MS, Renuka MK, Arunkumar AS. Use of nutrition risk in critically ill (NUTRIC) score to assess nutritional risk in mechanically ventilated patients: a prospective observational study. *Indian J Crit Care Med* 2017;21:253-6.
23. Preiser JC. Do we need an assessment of the nutrition risk in the critically ill patient? *Crit Care* 2012;16:101.
24. Cuthbertson DP. Second annual Jonathan E. Rhoads Lecture. The metabolic response to injury and its nutritional implications: retrospect and prospect. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1979;3:108-29.
25. Bistrian BR. A simple technique to estimate severity of stress. *Surg Gynecol Obstet* 1979;148:675-8.
26. Graves C, Saffle J, Morris S. Comparison of urine urea nitrogen collection times in critically ill patients. *Nutr Clin Pract* 2005;20:271-5.



## Trabajo Original

### Perception of obese schoolchildren regarding their participation in the Physical Education class and their level of self-esteem: comparison according to corporal status

#### *Percepción de los escolares obesos con respecto a su participación en la clase de Educación Física y su nivel de autoestima: comparación según el estado corporal*

Pedro Delgado-Floody<sup>1</sup>, Alfonso Cofré-Lizama<sup>2,3</sup>, Iris Paola Guzmán-Guzmán<sup>4</sup>, Daniel Jerez Mayorga<sup>5</sup>, Cristian Martínez-Salazar<sup>1</sup> and Felipe Caamaño-Navarrete<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Department of Physical Education, Sports and Recreation. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile. <sup>2</sup>School of Psychology. Faculty of Social Sciences. Universidad Santo Tomás. Temuco, Chile. <sup>3</sup>Universidad Mayor. Chile. <sup>4</sup>Faculty of Biological Chemistry Sciences. Universidad Autónoma de Guerrero. Guerrero, México. <sup>5</sup>Faculty of Rehabilitation Sciences. Universidad Andres Bello. Santiago, Chile. <sup>6</sup>Physical Education Pedagogy. Faculty of Education. Universidad Católica de Temuco. Temuco, Chile

### Abstract

**Background:** adequate exposure to Physical Education (PE) classes contributes to a healthier lifestyle among children during their lifespan.

**Objective:** the main objective of this research was to evaluate the perception of obese schoolchildren regarding their participation in PE class and to determine their self-esteem compared with overweight and normal weight groups.

**Method:** in total, 656 schoolchildren (284 females and 372 males), between eleven and 14 years of age, participated in this study. Assessments were made regarding age, sex, anthropometric variables, children's self-esteem, and perception of participation in the PE class.

**Results:** obese schoolchildren presented significantly lower values of self-esteem ( $p < 0.001$ ), and exhibited the highest proportion of schoolchildren with low self-esteem (53%). There was a significant relationship between obesity and the following sentence: "I am the last one they choose for games and in games and sports"; 48.53% of schoolchildren with obesity responded positively. With the following sentence: "I look instead of playing", 57.4% of schoolchildren with obesity responded positively.

**Conclusion:** the results revealed that schoolchildren with obesity feel excluded from PE classes and show low levels of self-esteem, compared with normal weight schoolchildren.

#### Key words:

Schoolchildren.  
Physical Education.  
Self-esteem. Obesity.

### Resumen

**Antecedentes:** la exposición adecuada a las clases de Educación Física contribuye a un estilo de vida más saludable entre los niños durante su vida.

**Objetivo:** el objetivo principal de esta investigación fue evaluar la percepción de los escolares obesos con respecto a su participación en la clase de Educación Física y determinar su autoestima en comparación con los grupos con sobrepeso y peso normal.

**Método:** en total, 656 escolares (284 mujeres y 372 varones) de entre once y 14 años de edad participaron en este estudio. Las evaluaciones se hicieron con respecto a la edad, el sexo, las variables antropométricas, la autoestima de los niños y la percepción de la participación en la clase de Educación Física.

**Resultados:** los escolares obesos presentaron valores de autoestima significativamente menores ( $p < 0,001$ ) y exhibieron la mayor proporción de escolares con baja autoestima (53%). Hubo una relación significativa entre la obesidad y la siguiente frase: "Soy el último que eligen para juegos y en los juegos y deportes"; el 48,53% de los escolares con obesidad respondieron positivamente. Con respecto a la oración "Miro en lugar de jugar", el 57,4% de los escolares con obesidad respondieron positivamente.

**Conclusión:** los resultados revelaron que los escolares con obesidad se sienten excluidos de las clases de Educación Física y muestran bajos niveles de autoestima en comparación con los escolares de peso normal.

#### Palabras clave:

Escolares. Educación Física. Autoestima. Obesidad.

Received: 18/01/2018 • Accepted: 04/03/2018

Delgado-Floody P, Cofré-Lizama A, Guzmán-Guzmán IP, Jerez Mayorga D, Martínez-Salazar C, Caamaño-Navarrete F. Perception of obese schoolchildren regarding their participation in the Physical Education class and their level of self-esteem: comparison according to corporal status. *Nutr Hosp* 2018;35(6):1270-1274

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1786>

#### Correspondence:

Pedro Delgado-Floody. Department of Physical Education, Sports and Recreation. Universidad de La Frontera. Av. Francisco Salazar. 01145 Temuco, Chile  
e-mail: [pedro.delgado@ufrontera.cl](mailto:pedro.delgado@ufrontera.cl)

## INTRODUCTION

Childhood obesity has become a global public health problem of growing concern in industrialized nations (1,2), around 55% of obese children go on to be obese in adolescence and around 80% of obese adolescents will still be obese in adulthood (3). In general, overweight and obesity are assumed to be the result of an increase in caloric and fat intake. On the other hand, there is supporting evidence that excessive sugar intake by soft drinks, increased portion size, and steady decline in physical activity have been playing major roles in the rising rates of obesity all around the world (4). This situation has worsened over the years, primarily because children engage in academic activities more often than in activities which generate physical and psychosocial well-being.

School-age obesity is associated with psychosocial problems such as deficiencies in social co-existence and quality of life (5). It has been observed that obese children tend to have affective problems, mainly low self-esteem, body dissatisfaction, and depression (5-9), which affect their academic performance, as well as social and family interactions. In addition, obese children with declining levels of self-esteem present significantly higher rates of sadness, loneliness, and anxiety, and are more likely to engage in high-risk behaviors such as smoking or alcohol consumption (10). Therefore, diagnosis, prevention, and treatment are common health policies in many countries, making research on their characteristics a priority.

Children with emotional and behavioral problems have a high risk of academic failure (11), which is evident in Primary school. With the added problems of self-esteem produced by childhood obesity (12), the situation becomes more complex due to high percentages of obese schoolchildren globally. Therefore, their participation in the Physical Education (PE) class is affected, generating a vicious circle of sedentary lifestyle.

An effective strategy for the prevention and treatment of childhood obesity includes a modification of PE curricula in schools, which has demonstrated consistent changes in the quantity of physical activity (PA) and student motivation, producing beneficial effects on quality of life (13) as well as other biomarkers (14,15). Adequate exposure to PE effectively contributes to a healthier lifestyle of children during their lifespan. However, many PE programs do not comply with recommendations in terms of class times and intensity (16) and do not exhibit equal participation of all students. In many cases, obese children are excluded and these participants perceive the PE classes to be too competitive and demotivating (17). However, there is no clearly established evidence to corroborate the perception of overweight and obese schoolchildren regarding their participation in the PE class. Therefore, the main objective of this study was to evaluate the perception of obese schoolchildren concerning their participation in PE class and to determine their self-esteem compared with overweight and normal weight groups.

## MATERIAL AND METHODS

This cross-sectional study involved 656 schoolchildren, 284 females (43%) and 372 males (57%), between eleven and 14 years of age, from the Araucania region (Chile). The sample was selected for convenience purposes, and assessments were made regarding age, sex, anthropometric variables, self-esteem, and perception of participation in PE class.

Inclusion criteria required that participants presented informed consent from their parents and themselves to take part in the study, be enrolled in the school being studied, and be between eleven and 14 years of age. Students with physical, sensory, or intellectual disabilities were excluded.

## INSTRUMENTS

Body mass (kg) was evaluated using a Tanita scale, Scale Plus model UM-028 (Tokyo, Japan). Students were evaluated with bare feet and with the least amount of clothing possible. Size (m) was estimated with a Seca® model 214 height rod (Hamburg, Germany), graduated in mm. Body mass index (BMI), obtained by dividing body weight by size in square meters ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), was used to estimate the degree of obesity according to the international rating criteria provided by the Center for Disease Control and Prevention to verify corresponding ages and percentiles related to sex. Childhood obesity is defined as having a BMI equal to or greater than the 95<sup>th</sup> percentile for children of the same age and sex, and being overweight is defined as having a BMI between the 85<sup>th</sup> and the 95<sup>th</sup> percentile (2).

Waist circumference (WC) was measured using a Seca® model 201 (Hamburg, Germany) tape measure at umbilical scar level (18). The waist to height ratio (WHtR) was obtained by dividing the WC by the height and is used as a tool to estimate fat accumulation in the central area of the body. A ratio greater than 0.5 indicates an increased cardiometabolic risk (19).

To measure self-esteem, the TAE-Student: Self-Esteem Test (20) was used, via a general self-report in relation to norms established by age. A point is added for each positive answer and 0 points are awarded for negative answers. The sum of the gross score is transformed to a T score according to norms by age. The students are then identified according to the following categories: normal self-esteem = score  $\geq 40$  points; low self-esteem = score between 30 and 39 points; and very low self-esteem = score  $\leq 29$  points. The level of internal consistency reached in this questionnaire presented a Cronbach's alpha = 0.83.

Two questions from the TAE-Student test were selected to determine the participation of children in PE classes:

- "In PE class...
- I'm the last one they choose for games."
- In games and sports, I look instead of playing."

## PROCEDURE

Previously trained research assistants visited selected schools during the 2017 Chilean school year and carried out the assessments on the children who presented parental and their own consent. Anthropometric assessments were carried out in a favorable space facilitated by the school with optimum temperature and reliable privacy. The evaluations took place during Physical Education classes and in the morning.

## STATISTICAL ANALYSIS

The statistical analysis was performed with the SPSS v 23.0 software. The continuous variables showed parametric distributions and were expressed as the mean  $\pm$  standard deviation. Between-group differences were determined using a one-way analysis of variance (ANOVA). To compare weight groups, ANOVA was conducted with a post-hoc analysis (Bonferroni method). A Chi-square test was performed for the comparison of proportions between groups. A p-value  $< 0.05$  was considered as statistically significant.

## RESULTS

There were no differences between the proportions by corporal status between boys and girls ( $p = 0.746$ ). Self-esteem ( $p = 0.018$ ) was higher in boys (Table I).

Overall, 45% of participants were normal weight ( $n = 292$ ), 35% were overweight ( $n = 228$ ), and 20% were obese ( $n = 136$ ). Obese schoolchildren presented significantly lower levels of self-esteem, followed by the overweight group (Table II). Obese schoolchildren had the highest proportion of schoolchildren with low self-esteem (53%), followed by the overweight group (32%), and finally the normal weight group (22%) ( $p < 0.001$ ) (Fig. 1).

There was a relationship between obesity and the following sentence: "I am the last one they choose for games and in games and sports". In total, 48.53% of obese schoolchildren answered affirmatively, followed by 29.8% for the overweight group and 28.1% for the normal weight group ( $p < 0.001$ ) (Fig. 2). With respect to the sentence "In games and sports, I look instead of playing", 57.4% of obese schoolchildren responded positively, compared with 34.6% of the overweight group ( $p = 0.024$ ) (Fig. 3).

**Table I.** Comparison of study variables according to sex

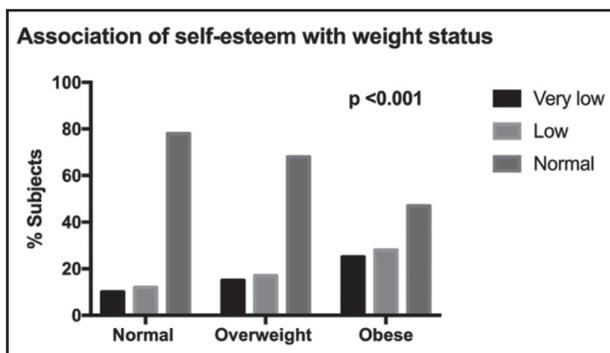
	Total (n = 656)	Male (n = 372)	Female (n = 284)	p-value
Age (years)	12.40 $\pm$ 1.14	12.36 $\pm$ 1.14	12.43 $\pm$ 1.13	0.453
BM (kg)	56.77 $\pm$ 12.46	57.54 $\pm$ 13.95	55.75 $\pm$ 10.20	0.346
Size (m)	1.57 $\pm$ 0.09	1.59 $\pm$ 0.10	1.55 $\pm$ 0.07	0.003
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	22.84 $\pm$ 3.68	22.57 $\pm$ 4.00	23.20 $\pm$ 3.20	0.125
WC (cm)	72.80 $\pm$ 9.34	73.74 $\pm$ 9.56	71.56 $\pm$ 8.95	0.147
WhtR (WC/size)	0.46 $\pm$ 0.05	0.46 $\pm$ 0.06	0.46 $\pm$ 0.05	0.838
Self-esteem (score)	48.26 $\pm$ 11.97	50.61 $\pm$ 12.10	45.17 $\pm$ 11.14	0.018

The values shown represent the mean  $\pm$  standard deviation; p values  $< 0.05$  are statistically significant. BM: body mass; BMI: body mass index; WC: waist circumference; and WhtR: waist-to-height ratio.

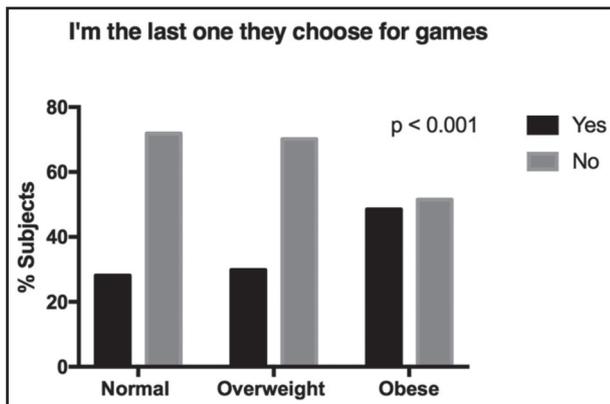
**Table II.** Comparison of variables according to corporal status

	Normal (n = 292)	Overweight (n = 228)	Obese (n = 136)	p-value
Age (years)	12.33 $\pm$ 1.11	12.79 $\pm$ 1.11	12.65 $\pm$ 1.23	0.250
BM (kg)	48.33 $\pm$ 7.19*	60.31 $\pm$ 7.25 <sup>†</sup>	71.03 $\pm$ 11.06 <sup>‡</sup>	$< 0.001$
Size (m)	1.55 $\pm$ 0.10*	1.60 $\pm$ 0.09 <sup>†</sup>	1.58 $\pm$ 0.08 <sup>‡</sup>	0.002
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	20.06 $\pm$ 1.50*	23.58 $\pm$ 1.26 <sup>†</sup>	28.22 $\pm$ 2.39 <sup>‡</sup>	$< 0.001$
WC (cm)	66.40 $\pm$ 5.02*	74.28 $\pm$ 5.27 <sup>†</sup>	85.06 $\pm$ 7.89 <sup>‡</sup>	$< 0.001$
WhtR (WC/size)	0.43 $\pm$ 0.03*	0.47 $\pm$ 0.03 <sup>†</sup>	0.54 $\pm$ 0.04 <sup>‡</sup>	$< 0.001$
Self-esteem (score)	50.61 $\pm$ 12.21*	48.19 $\pm$ 0.44 <sup>†</sup>	45.21 $\pm$ 13.43 <sup>‡</sup>	0.004

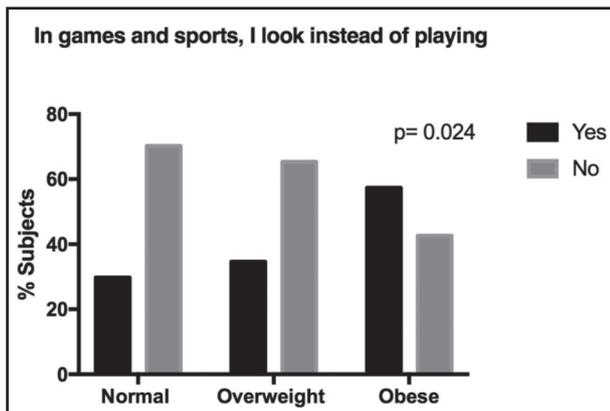
The values shown represent the mean  $\pm$  standard deviation; p values  $< 0.05$  are statistically significant. Different superscript symbols indicate differences between groups. BM: body mass; BMI: body mass index; WC: waist circumference; and WhtR: waist-to-height ratio.



**Figure 1.**  
Comparison of self-esteem according to corporal status.



**Figure 2.**  
Comparison according to corporal status in relation to the Physical Education class: "I'm the last one they choose for game."



**Figure 3.**  
Comparison according to corporal status in relation to the Physical Education class: "In games and sports, I look instead of playing."

## DISCUSSION

The primary objective of this research was to evaluate the perception of obese schoolchildren concerning their participation in PE classes, and to determine their self-esteem compared with overweight and normal weight groups. Our primary finding is that schoolchildren with obesity showed lower levels of self-esteem and felt excluded in PE classes.

In this study, obese schoolchildren perceived a low participation in PE classes. Additionally, they felt that they were the last one chosen for games and sports and watched while others played. These results are similar to those reported in another sample of schoolchildren, where those classified as overweight and obese had lower levels of self-esteem, specifically with respect to athletic competition and physical appearance compared with students classified as normal weight (21). This shows that PE classes are not integrative and inclusive; on the contrary, those who are overweight and obese feel discriminated against. However, the research reported that providing a supportive PE class environment that promotes equality can potentially increase the enjoyment of PE class among youth (22). Since PE programs aim to promote PA and reach most school-aged youth (20), this is a major concern, because obesity is perceived as a barrier to participation in PE class.

The declining time for PE observed in Latin American schools may play an important role in the prevalence of overweight and obese schoolchildren in Latin America (23). Because students spend large amounts of time at school, there is great potential for increasing energy expenditure through school-based programs and well-structured lessons, providing substantial opportunities to increase moderate-to-vigorous PA. Given that overweight and obese children need support and encouragement to exercise, PE in school represents a major context where the enjoyment of exercise should be stimulated (17). The main elements of the positive interventions in PE class have included staff capacitating (PE specialists and/or classroom teachers), changes in the PE curricula, provision of equipment and materials, and adjustment of the interventions to target specific populations (23). Some studies have shown that schools have made progress in improving school-provided food and physical activity environments but that much more work is needed (24), specifically with respect to inclusion in PE classes for schoolchildren with obesity.

In this study, a high percentage of obese students had low or very low self-esteem, which suggests that obesity is associated with low or very low self-esteem. In children, a differential effect of obesity on self-esteem has been observed in problems of externalization and social perception related to bullying behaviors (25). Research conducted in Australian students of a similar age to those in the present study reported that obesity affects the self-perception of children who enter adolescence, especially for females (26). Low self-esteem is a negative result since it is associated with family problems, less perceived social support and depression, and is considered to be a predictor of higher suicide rates (27-29). Conversely, higher self-esteem was related to many positive mental health aspects such as positive perceptions, academic achievements, and persistence (12).

Finally, an important point of the present study is that self-esteem was higher in boys, consistent with results of a study conducted with a sample of students from public schools in Norway (30,31) and in Britain (32). Low levels of self-esteem have a negative role in association with adolescents' life dissatisfaction, and negative emotional health and well-being, and this relationship is equally strong regardless of gender and age.

## LIMITATIONS

The main limitation of the current study is not to compare the perception of obese schoolchildren about their PE class involvement with data from any valid and direct method of assessment (i.e., participation and intensity). Additionally, the involvement during the PE classes and self-esteem levels were not controlled according to PA levels. Altogether will be controlled in future studies.

## CONCLUSION

The results of this study revealed that schoolchildren with obesity feel excluded from PE classes, and show low levels of self-esteem, compared with normal weight groups. It is important to consider that today's education seeks to carry out integrative and inclusive activities, where everyone can participate. If we consider that PE classes are key to the development of a healthy life in the future, the present investigation shows that in this study, schoolchildren with obesity do not feel integrated in the classes, therefore, would not be fulfilling the objectives of this subject.

## REFERENCES

- Ogden CL, Carroll MD, Curtin LR, Lamb MM, Flegal KM. Prevalence of high body mass index in US children and adolescents, 2007-2008. *JAMA* 2010;303(3):242-9.
- Karnik S, Kanekar A. Childhood obesity: a global public health crisis. *Int J Prev Med* 2012;3(1):1-7.
- Simmonds M, Llewellyn A, Owen C, Woolacott N. Predicting adult obesity from childhood obesity: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev* 2016;17(2):95-107.
- Sahoo K, Sahoo B, Choudhury AK, Sofi NY, Kumar R, Bhadoria AS. Childhood obesity: causes and consequences. *J Family Med Prim Care* 2015;4(2):187-92.
- Griffiths LJ, Parsons TJ, Hill AJ. Self-esteem and quality of life in obese children and adolescents: a systematic review. *Int J Pediatr Obes* 2010;5(4):282-304.
- Walker L, Hill AJ. Obesity: the role of child mental health services. *Child Adolesc Ment Health* 2009;14(3):114-20.
- Wang F, Wild TC, Kipp W, Kuhle S, Veugelers PJ. The influence of childhood obesity on the development of self-esteem. *Health Rep* 2009;20(2):21-7.
- Wang F, Veugelers P. Self-esteem and cognitive development in the era of the childhood obesity epidemic. *Obes Rev* 2008;9(6):615-23.
- Morrison KM, Shin S, Tarnopolsky M, Taylor VH. Association of depression and health related quality of life with body composition in children and youth with obesity. *J Affect Disord* 2015;172:18-23.
- Strauss RS. Childhood obesity and self-esteem. *Pediatrics* 2000;105(1):e15.
- Mundy LK, Canterford L, Tucker D, Bayer J, Romaniuk H, Sawyer S, et al. Academic performance in primary school children with common emotional and behavioral problems. *J Sch Health* 2017;87(8):593-601.
- Shin NY, Shin MS. Body dissatisfaction, self-esteem, and depression in obese Korean children. *J Pediatr* 2008;152(4):502-6.
- Abós Á, Sevil J, Julián JA, Abarca-Sos A, García-González L. Improving students' predisposition towards physical education by optimizing their motivational processes in an acrosport unit. *Eur Phys Educ Rev* 2016;1356336X16654390.
- Collings PJ, Westgate K, Vaisto J, Wijndaele K, Atkin AJ, Haapala EA, et al. Cross-sectional associations of objectively-measured physical activity and sedentary time with body composition and cardiorespiratory fitness in mid-childhood: the PANIC Study. *Sports Med* 2017;47(4):769-80.
- Delgado Floody P, Martínez Salazar C, Caamaño Navarrete F, Jerez Mayorga D, Osorio Poblete A, García Pinillos F, et al. Insatisfacción con la imagen corporal y su relación con el estado nutricional, riesgo cardiometabólico y capacidad cardiorrespiratoria en niños pertenecientes a centros educativos públicos. *Nutr Hosp* 2017;34(5).
- Bevans KB, Fitzpatrick LA, Sánchez BM, Riley AW, Forrest C. Physical education resources, class management, and student physical activity levels: a structure-process-outcome approach to evaluating physical education effectiveness. *J Sch Health* 2010;80(12):573-80.
- Olaya-Contreras P, Ocampo D-C, Ladekjær Larsen E. Perceptions and practices of physical activity among Colombian overweight/obese schoolchildren. *Glob Qual Nurs Res* 2016;3:2333393616681392.
- Schröder H, Ribas L, Koebnick C, Funtikova A, Gómez SF, Fito M, et al. Prevalence of abdominal obesity in Spanish children and adolescents. Do we need waist circumference measurements in pediatric practice? *PLoS One* 2014;9(1):e87549.
- Chung IH, Park S, Park MJ, Yoo E-G. Waist-to-height ratio as an index for cardiometabolic risk in adolescents: results from the 1998-2008 KNHANES. *Yonsei Med J* 2016;57(3):658-63.
- Marchant T, Haeussler I, Torretti A. TAE: batería de tests de autoestima escolar. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile; 2002.
- Danielsen YS, Stormark KM, Nordhus IH, Maehle M, Sand L, Ekornas B, et al. Factors associated with low self-esteem in children with overweight. *Obes Facts* 2012;5(5):722-33.
- Barr-Anderson DJ, Neumark-Sztainer D, Schmitz KH, Ward DS, Conway TL, Pratt C, et al. But I like PE: factors associated with enjoyment of physical education class in middle school girls. *Res Q Exerc Sport* 2008;79(1):18-27.
- Ribeiro IC, Parra DC, Hoehner CM, Soares J, Torres A, Pratt M, et al. School-based physical education programs: evidence-based physical activity interventions for youth in Latin America. *Glob Health Promot* 2010;17(2):5-15.
- Story M, Nanney MS, Schwartz MB. Schools and obesity prevention: creating school environments and policies to promote healthy eating and physical activity. *Milbank Q* 2009;87(1):71-100.
- Wu X, Kirk SF, Ohinmaa A, Veugelers P. Health behaviours, body weight and self-esteem among grade five students in Canada. *SpringerPlus* 2016;5(1):1099.
- Franklin J, Denyer G, Steinbeck KS, Caterson ID, Hill AJ. Obesity and risk of low self-esteem: a statewide survey of Australian children. *Pediatrics* 2006;118(6):2481-7.
- Salvo GL, Melipillán AR. Predictores de suicidalidad en adolescentes. *Rev Chil Neuro-Psiquiatr* 2008;46:115-23.
- Quek YH, Tam WW, Zhang MW, Ho R. Exploring the association between childhood and adolescent obesity and depression: a meta-analysis. *Obes Rev* 2017;18(7):742-54.
- Yusufov M, Dalrymple K, Bernstein MH, Walsh E, Rosenstein L, Chelminski I, et al. Body mass index, depression, and suicidality: the role of self-esteem in bariatric surgery candidates. *J Affect Disord* 2017;208:238-47.
- Moksnes UK, Espnes GA. Self-esteem and life satisfaction in adolescents - Gender and age as potential moderators. *Qual Life Res* 2013;22(10):2921-8.
- Moksnes UK, Espnes GA. Self-esteem and emotional health in adolescents - Gender and age as potential moderators. *Scand J Psychol* 2012;53(6):483-9.
- Menon M, Moyes HC, Bradley CM. Interactive influences of narcissism and self-esteem on insecure attachment in early adolescence. *J Early Adolesc* 2017;0272431617704955.



## Trabajo Original

### Physical fitness reference standards in Macedonian children and adolescents: the MAKFIT study

*Estándares de referencia de aptitud física en niños y adolescentes de Macedonia: el estudio MAKFIT*

Seryozha Gontarev, Ruzdija Kalac, Lence A. Velickovska and Vujica Zivkovic

Faculty of Physical Education, Sport and Health. Ss. Cyril and Methodius University, Skopje, Macedonia

#### Abstract

**Background:** physical fitness is a powerful indicator of the health condition in childhood, adolescence and adulthood. This research is performed in order to determine the age and gender stratified reference values for healthy physical fitness for Macedonian children and adolescents and to identify significant gender differences.

**Methods:** a descriptive cross-sectional and population-based study examined the physical fitness among a random and large national representative sample of schoolchildren aged six to 14 years in Macedonia. A sample of 9,241 children and adolescents (4,716 boys and 4,525 girls) was assessed by the EUROFIT fitness test battery. The LMS statistical method was used.

**Results:** smoothed gender and age-specific percentiles for the physical fitness tests in boys and girls aged six to 14 years are reported and expressed as both tabulated and curves values ( $P_5, P_{10}, P_{25}, P_{50}, P_{75}, P_{90}, P_{95}$ ). Figures showed greater physical fitness levels in boys, except for the sit-and-reach test, in which girls performed slightly better. There was also a trend towards increased physical fitness levels as the age increased in both boys and girls.

**Conclusion:** the percentile values provided will enable the correct interpretation and monitoring of fitness status of Macedonian children.

#### Key words:

Fitness testing.  
Gender. Children.  
Adolescents.  
Measurements.  
Percentiles.

#### Resumen

**Antecedentes:** la aptitud física es un poderoso indicador del estado de salud en la infancia, la adolescencia y la edad adulta. La investigación se realizó con el fin de determinar los valores de referencia de una aptitud física saludable estratificados por edad y género para niños y adolescentes de Macedonia, así como para identificar diferencias significativas entre géneros.

**Métodos:** mediante un estudio descriptivo de corte transversal y basado en la población se examinó la condición física de una muestra representativa nacional aleatoria y amplia de escolares de seis a 14 años de Macedonia. Se evaluó una muestra de 9.241 niños y adolescentes (4.716 niños y 4.525 niñas) mediante la batería de pruebas de aptitud física de EUROFIT. Se utilizó el método estadístico LMS.

**Resultados:** se informaron los percentiles suavizados de género y edad para las pruebas de aptitud física en niños y niñas de seis a 14 años y se expresaron como valores tabulados y de curvas ( $P_5, P_{10}, P_{25}, P_{50}, P_{75}, P_{90}, P_{95}$ ). Las cifras mostraron mayores niveles de aptitud física en los niños, a excepción de la prueba *sit and reach*, en la cual las niñas obtuvieron resultados ligeramente mejores. También se observó una tendencia al aumento de los niveles de aptitud física a medida que aumentaba la edad tanto en niños como en niñas.

**Conclusión:** los valores percentiles proporcionados permitirán la correcta interpretación y monitoreo del estado físico de los niños macedonios.

#### Palabras clave:

Prueba de aptitud física. Género.  
Niños. Adolescentes.  
Mediciones.  
Percentiles.

Received: 04/03/2018 • Accepted: 07/07/2018

Gontarev S, Kalac R, Velickovska LA, Zivkovic V. Physical fitness reference standards in Macedonian children and adolescents: the MAKFIT study. *Nutr Hosp* 2018;35(6):1275-1286

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1881>

#### Correspondence:

Seryozha Gontarev. Faculty of Physical Education, Sport, and Health. Ss. Cyril and Methodius University. Dimce Mirceva, 3. Skopje 1000, R. Macedonia  
e-mail: [gontarevsjerjoza@gmail.com](mailto:gontarevsjerjoza@gmail.com)

## INTRODUCTION

Monitoring physical fitness is a powerful indicator of health condition in childhood, adolescence and adulthood (1). Although all the clinical manifestations usually appear in adulthood, the etiologic commencement of the disease seems to occur in childhood (2). In this regard, a higher physical fitness level in children has been associated with more positive health-related outcomes, regarding the present and future risk for obesity, cardiovascular disease, skeletal health, and even mental health related to depression, anxiety, mood status and self-esteem (1,3).

Physical fitness can be objectively and accurately measured by laboratory methods, but due to their high cost, the necessity of sophisticated equipment and skilled professionals and time constraints, laboratory tests are still unable to be used at a population level. Conversely, field fitness tests are easy for administration and they include minimal equipment. In addition, they can test a number of respondents simultaneously and can be evaluated in a short period of time (4-6).

Although physical fitness is partially genetically determined, it can be significantly influenced by environmental factors such as physical activity (7,8). Unfortunately, children today are less likely to meet the minimum daily recommendations for physical activity (9,10). In addition, a clear-cut secular trend to higher body mass index and poorer levels of physical fitness among Macedonian children has been observed in the last decades (11,12).

Health promotion national policies should be therefore designed to promote health-related levels of physical fitness from childhood (1). Since all Macedonian children attend school, it may play an important role in public health and in the promotion of healthy behaviors such as encouraging children to achieve recommended levels of physical activity (1).

From the above, it can be concluded that the introduction of an organized system for monitoring physical fitness among children in educational institutions is an important national health problem (13). However, for the optimal interpretation of children's physical fitness levels, up-to-date reference values from a random and large representative sample of the studied population are required. Ortega et al. (13) recently proposed some reference values of physical fitness among European adolescents. Unfortunately, the level of physical fitness of children depends on several biological and environmental factors that vary among countries. Since the previous study was carried out on a sample of respondents (i.e., 3,428 adolescents from ten major European cities were arbitrarily selected and none of the Macedonian cities were included), these references are not valid for evaluation of the physical fitness levels of Macedonian children. In addition, the previous study did not provide the reference values for children under 13 years of age.

The present research was performed in order to determine the age and gender stratified reference values for health physical fitness for Macedonian children and adolescents, to identify significant gender differences, and to establish a single system for continuous and systematic monitoring of the students' health fitness at a national level called MAKFIT (Macedonian fitness meter).

## MATERIAL AND METHODS

### PARTICIPANTS

The research was conducted on a sample of 9,241 Macedonian children and adolescents, from 19 primary schools (eight rural and eleven urban) in Central and Eastern Macedonia. Briefly, data were collected by means of proportionate stratified random sampling taking into account the location (region) and the number of students by age and sex in each school in all mainland Macedonian administrative regions. The total number of children was divided into nine groups, according to chronological age (six years, seven years, eight years, nine years, ten years, eleven years, 12 years, 13 years, and 14 years), and each age group was divided in two subgroups according to the criteria of gender (subgroup  $n = 4,716$  boys and subgroup  $n = 4,525$  girls). The average age of the respondents of both genders was 10.02 years of age.

Anthropometry and fitness tests were assessed by trained doctors and Physical Education teachers in March, April and May 2012. Measurements were taken in standard school conditions as a part of Physical Education classes. Parents or a legal representative signed an informed consent form after being told about the purpose of the study. The study protocol was performed following the ethical guidelines of the Declaration of Helsinki of 1961 (revision of Edinburgh 2013).

### ANTHROPOMETRIC MEASUREMENTS AND BODY COMPOSITION

Anthropometric measurements were taken according to standard methodology of the International Biological Program (IBP) and according to the recommendations of the World Health Organization (WHO) and Weiner-Lurie (25). Weight was measured in underwear and without shoes, with a medical decimal weight scale to the nearest 0.1 kg, and height was measured with the children barefoot in the Frankfort horizontal plane, with a telescopic height measuring instrument (Martin's anthropometry) to the nearest 0.1 cm. Body mass index was calculated as body weight in kilograms divided by the square of height in meters.

Components of body composition were assessed using bioelectrical impedance (measuring of the electric conductivity; bioelectrical impedance analysis [BIA]). The measuring was conducted with an OMRON BF511 body composition monitor, by means of which body weight, body fat percentage and muscle mass percentage were determined. Prior to the measuring, the parameters of gender, years, and body height of each respondent were entered in the body composition monitor. In order to provide highly precise results from the body composition assessment, we ensured that the preconditions recommended by ACSM and Heyward (14) were fulfilled prior to each measuring.

## EVALUATION OF PHYSICAL FITNESS

Prior to starting the study, the researchers involved in the project undertook training sessions in order to guarantee the standardization, validation and reliability of the measurements (15). The fitness test battery is a set of valid, reliable, feasible and safe field-based fitness tests for the assessment of health-related physical fitness in children and adolescents, to be used in the public health monitoring system in a comparable way within the European Union (16). The systematic error when fitness assessment was performed twice was nearly 0 for all the tests (17).

1. *Sit and reach test.* With the subject seated on the floor and using a standardized support, the maximum distance reached with the tip of the fingers by forward flexion of the trunk is measured. This test is indicative of amplitude of movement or flexibility.
2. *Hand grip test.* With the use of a digital Takei® TKK 5101 dynamometer (range, 1-100 kg), the maximum grip strength was measured for both hands.
3. *Standing broad jump test.* The maximum horizontal distance attained, with feet together, was measured. This test evaluates lower limb explosive strength.
4. *Bent arm hang test.* A standardized test was used to measure the maximum time hanging from a fixed bar. This test assesses the upper limb endurance strength.
5. *Thirty sec. sit-ups.* Maximum number of sit-ups achieved in 30 seconds. This test measures the endurance of the abdominal muscles.
6. *Shuttle run: 4 × 10 meters.* This test provides an integral evaluation of the speed of movement, agility, and coordination. The subject does four shuttle runs as fast as possible between two lines ten meters apart. At each end the subject places or picks up an object (a sponge) beside the line on the floor.
7. *Three-minute step test.* The aerobic capacity was assessed by means of a three-minute step test. The respondent was supposed to get on and off a 30.5 cm high bench in four cycles (up, up, down, down), in a period of three minutes with a standardized rhythm of 96 beats per minute (bpm) dictated by a metronome. Heart frequency was measured prior to the test, and the children having submaximum value in terms of age in the stand-by state were not assessed by this test. Polar RS800 was used for heart frequency registration. Heart frequency values measured immediately after completion of the test and one minute later, as well as their average values, were taken as a result. The aerobic fitness test used in this study has been validated for use with adolescents (18).

## STATISTICAL ANALYSIS

Statistical analysis, anthropometric and physical fitness characteristics of the study sample are presented as means (SD), unless otherwise indicated. Sex- and age-group differences were analyzed in the anthropometric and physical fitness variables by

two-way analysis of variance. Paired t-test was used to compare means of distances performed in tests between boys and girls at the same age. Categorical data (weight status) were analyzed using the  $\chi^2$ -test. A significance level of 5% was used for statistical testing.

To provide percentile values for Macedonian children and adolescents, physical fitness data were analyzed by maximum penalized likelihood using the LMS statistical method for boys and girls separately (19,20). Smoothed centile charts were derived using the LMS method. This estimates the measurement centiles in terms of three age sex-specific cubic spline curves: the L curve (Box-Cox power to remove skewness), M curve (median) and S curve (coefficient of variation). For the construction of the percentile curves, data were imported into the Lms Chartmaker software v. 2.3 (by Tim Cole and HuiqiPan) and the L, M and S curves were estimated. Except for the LMS method calculations, the SPSS v. 22.0 software for Windows (SPSS, Chicago, Illinois, USA) was used and values of  $p < 0.05$  were considered as statistically significant.

## RESULTS

The results of anthropometric indicators and tests for assessing the level of physical fitness in terms of gender and age are presented in table I. From the review of the table it can be seen that boys show better results ( $p < 0.000$ ) in all tests for assessing the level of physical fitness, except in the sit and reach test, where girls show better results. Generally, the anthropometric characteristics and the level of physical fitness increase with age.

From the review of the table it can be seen that 65.4% of Macedonian children and adolescents have normal weight, 22.9% are overweight and 11.7% are obese. Values of the  $\chi^2$  test ( $\chi^2 = 14.351$ ,  $p = 0.001$ ) indicate that there are statistically significant differences in the level of nutrition between boys and girls. The percentage values show that a higher percentage of boys present moderately high and high BMI (obese).

Tables II-X show the normative values of tests for assessing the level of physical fitness of Macedonian children and adolescents in terms of gender and age, expressed as 5. to 95. percentile. Figures 1 and 2 display the polished percentile curves ( $P_5$ ,  $P_{10}$ ,  $P_{25}$ ,  $P_{50}$ ,  $P_{75}$ ,  $P_{90}$ ,  $P_{95}$ ) for tests for assessing the fitness according to age and gender. The data on the graph clearly show a slight increase of ability with increase of age.

## DISCUSSION

Physical fitness is today considered to be a strong marker of the health and quality of life in childhood (1,2), highlighting the need for a widespread physical fitness assessment among children (10). Unfortunately, in many countries the importance of monitoring physical fitness as an important diagnostic tool for determining the health status of children is most often overlooked (21).

**Table I.** Characteristics of the study sample by sex

	All (n = 9,241)		Boys (n = 4,716)		Girls (n = 4,525)		Sex difference	Age trend
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD		
Age (years)	10.02	2.43	10.06	2.41	9.98	2.45	=	n.a.
Height (cm)	143.72	15.36	144.38	15.84	143.03	14.81	>	>
Weight (kg)	41.46	14.89	42.18	15.53	40.70	14.14	>	>
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	19.53	4.00	19.66	4.02	19.40	3.97	>	>
Body fat %	22.71	8.25	21.97	8.18	23.47	8.25	>	n.a.
Sit and reach (cm)	15.76	6.59	14.45	6.33	17.12	6.57	<	>
Handgrip (kg)*	22.41	14.69	24.61	16.48	20.04	12.04	>	>
Standing long jump (cm)	130.41	30.58	140.57	32.41	119.84	24.42	>	>
Bent arm hang (s)	5.35	7.68	7.38	9.41	3.25	4.42	>	>
Sit-ups 30 sec. (n)	14.01	5.75	15.26	5.80	12.71	5.40	>	>
4 × 10-m Shuttle run (s) <sup>†</sup>	14.55	2.12	13.98	2.04	15.14	2.04	>	>
Average heart rate (bpm) <sup>†</sup>	143.69	18.85	135.31	17.27	152.49	16.25	>	n.a.
Normal weight <sup>‡</sup>	5,928	65.4%	2,928	63.6%	3,000	67.2%	14,351	0.001
Overweight	2,079	22.9%	1,091	23.7%	988	22.1%		
Obese	1,059	11.7%	582	12.6%	477	10.7%		

Data are shown as mean (SD), unless otherwise indicated. Sex and age differences were analyzed by two-way analysis of variance, with sex and age group as fixed factors, and anthropometric or physical fitness measurements as dependent variables. \*Values are expressed as average of right and left (hand) scores. <sup>†</sup>Lower values indicate better performance. <sup>‡</sup>The respondents were categorized according to the international gender and age-specific BMI (kg/m<sup>2</sup>) cut-off points (Cole et al., 2000 and 2007 (29,30);  $p < 0.010$  for the difference between boys and girls (Chi-square tests). The symbol > in the "sex difference" column means the variable is significantly ( $p < 0.05$ ) higher in boys than in girls; < means the opposite; and =, the non-significant differences. Likewise, the symbol > in the "age trend" column means the variable tends to increase by increases in age; < means the opposite; = means non-significant differences. n.a.: not applicable.

**Table II.** Tabulated physical fitness centile values by sex and age in Macedonian children and adolescents. Body mass index (kg/m<sup>2</sup>)

Age (years)	LMS			Centiles							Mean	SD
	L	M	S	P <sub>5</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>25</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>75</sub>	P <sub>90</sub>	P <sub>95</sub>		
<b>Boys</b>												
6	-1.95	16.85	0.14	13.94	14.46	15.46	16.85	18.69	20.98	22.83	17.46	2.94
7	-1.80	17.22	0.15	14.04	14.60	15.69	17.22	19.25	21.79	23.85	17.80	3.12
8	-1.64	17.68	0.16	14.21	14.82	16.01	17.68	19.91	22.71	24.97	18.25	3.45
9	-1.48	18.29	0.17	14.49	15.16	16.46	18.29	20.73	23.77	26.20	19.16	3.67
10	-1.34	18.86	0.18	14.76	15.48	16.89	18.86	21.46	24.68	27.22	19.73	3.83
11	-1.23	19.34	0.18	15.03	15.79	17.27	19.34	22.06	25.36	27.94	20.32	4.34
12	-1.14	19.88	0.18	15.41	16.20	17.74	19.88	22.65	25.97	28.51	20.59	4.13
13	-1.07	20.57	0.18	15.96	16.79	18.39	20.57	23.38	26.67	29.15	21.19	3.96
14	-1.00	21.40	0.17	16.66	17.51	19.16	21.40	24.23	27.50	29.92	22.08	3.99
<b>Girls</b>												
6	-2.21	16.79	0.14	13.96	14.45	15.42	16.79	18.64	21.04	23.06	17.37	2.86
7	-1.95	17.01	0.15	13.91	14.45	15.51	17.01	19.04	21.64	23.81	17.73	3.22
8	-1.70	17.33	0.16	13.94	14.54	15.70	17.33	19.53	22.31	24.58	17.90	3.26
9	-1.46	17.86	0.17	14.15	14.80	16.07	17.86	20.23	23.17	25.51	18.70	3.69
10	-1.26	18.47	0.17	14.45	15.16	16.55	18.47	20.99	24.04	26.40	19.29	3.82
11	-1.10	19.15	0.18	14.86	15.63	17.11	19.15	21.78	24.88	27.24	19.92	4.17
12	-1.00	19.91	0.18	15.42	16.23	17.79	19.91	22.60	25.74	28.07	20.67	3.97
13	-0.94	20.64	0.17	16.02	16.85	18.46	20.64	23.37	26.51	28.80	21.22	3.87
14	-0.90	21.33	0.17	16.61	17.47	19.12	21.33	24.09	27.21	29.48	21.89	4.01

Centile values were estimated by using the LMS method for exact ages. SD: standard deviation. L: skewness; M: median; S: coefficient of variation.

**Table III.** Tabulated physical fitness centile values by sex and age in Macedonian children and adolescents. Body fat percentage (%)

Age (years)	LMS			Centiles							Mean	SD
	L	M	S	P <sub>5</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>25</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>75</sub>	P <sub>90</sub>	P <sub>95</sub>		
<b>Boys</b>												
6	0.71	22.81	0.31	12.14	14.33	18.20	22.81	27.71	32.35	35.22	23.24	6.88
7	0.69	22.58	0.33	11.53	13.77	17.78	22.58	27.71	32.59	35.63	22.99	7.48
8	0.68	22.49	0.34	11.06	13.36	17.49	22.49	27.87	33.03	36.25	22.49	7.78
9	0.65	22.69	0.36	10.82	13.17	17.46	22.69	28.40	33.90	37.36	23.32	8.07
10	0.61	22.64	0.37	10.49	12.86	17.22	22.64	28.63	34.47	38.17	23.51	8.08
11	0.56	21.89	0.39	9.87	12.16	16.45	21.89	28.01	34.08	37.96	22.81	8.59
12	0.50	20.38	0.41	8.95	11.07	15.13	20.38	26.42	32.54	36.50	21.41	8.36
13	0.44	18.55	0.43	7.94	9.86	13.59	18.55	24.38	30.42	34.40	19.03	8.21
14	0.38	16.95	0.45	7.10	8.83	12.27	16.95	22.61	28.60	32.61	18.22	7.73
<b>Girls</b>												
6	0.49	20.40	0.40	9.10	11.20	15.21	20.40	26.35	32.38	36.28	21.39	7.69
7	0.52	20.77	0.40	9.28	11.45	15.53	20.77	26.74	32.71	36.57	21.68	8.31
8	0.56	21.30	0.39	9.56	11.80	15.99	21.30	27.27	33.18	36.97	21.61	8.42
9	0.61	22.09	0.38	10.03	12.37	16.70	22.09	28.04	33.85	37.54	23.06	8.66
10	0.64	22.48	0.37	10.35	12.74	17.11	22.48	28.35	34.05	37.62	23.12	8.67
11	0.67	22.82	0.36	10.72	13.13	17.50	22.82	28.58	34.11	37.57	22.93	8.03
12	0.72	23.93	0.33	11.95	14.40	18.75	23.93	29.45	34.67	37.90	24.43	7.78
13	0.77	25.67	0.29	14.16	16.57	20.76	25.67	30.79	35.58	38.52	25.99	7.28
14	0.83	27.50	0.25	16.78	19.07	23.00	27.50	32.13	36.39	38.98	27.62	6.80

Centile values were estimated by using LMS method for exact ages. SD: standard deviation. L: skewness; M: median; S: coefficient of variation.

**Table IV.** Tabulated physical fitness centile values by sex and age in Macedonian children and adolescents. Speed/agility: 4 x 10-m shuttle run test (s)

Age (years)	LMS			Centiles							Mean	SD
	L	M	S	P <sub>5</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>25</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>75</sub>	P <sub>90</sub>	P <sub>95</sub>		
<b>Boys</b>												
6	-1.48	15.90	0.12	13.34	13.82	14.72	15.90	17.36	19.00	20.18	16.32	2.21
7	-1.37	15.23	0.12	12.80	13.25	14.11	15.23	16.58	18.07	19.13	15.49	1.98
8	-1.28	14.63	0.12	12.32	12.76	13.57	14.63	15.89	17.27	18.23	14.77	1.70
9	-1.25	14.15	0.11	11.95	12.37	13.14	14.15	15.35	16.64	17.53	14.37	1.76
10	-1.24	13.72	0.11	11.62	12.02	12.76	13.72	14.85	16.07	16.91	14.04	1.73
11	-1.24	13.26	0.11	11.26	11.64	12.35	13.26	14.33	15.48	16.27	13.38	1.50
12	-1.27	12.84	0.11	10.94	11.30	11.97	12.84	13.85	14.94	15.69	13.01	1.40
13	-1.29	12.47	0.11	10.66	11.00	11.65	12.47	13.44	14.47	15.19	12.64	1.51
14	-1.30	12.16	0.10	10.42	10.76	11.37	12.16	13.09	14.07	14.75	12.33	1.30
<b>Girls</b>												
6	-0.33	17.14	0.12	14.23	14.81	15.85	17.14	18.56	19.98	20.90	17.27	2.00
7	-0.27	16.50	0.12	13.69	14.25	15.26	16.50	17.86	19.21	20.08	16.66	1.97
8	-0.36	15.82	0.11	13.18	13.71	14.65	15.82	17.11	18.40	19.24	15.95	1.87
9	-0.53	15.22	0.11	12.76	13.25	14.13	15.22	16.44	17.67	18.47	15.38	1.75
10	-0.65	14.66	0.11	12.36	12.82	13.64	14.66	15.81	16.98	17.75	14.80	1.67
11	-0.71	14.22	0.11	12.04	12.47	13.25	14.22	15.32	16.44	17.18	14.37	1.52
12	-0.75	13.93	0.11	11.81	12.23	12.99	13.93	15.00	16.09	16.82	13.96	1.42
13	-0.76	13.85	0.11	11.75	12.16	12.91	13.85	14.91	16.00	16.71	14.01	1.56
14	-0.76	13.83	0.11	11.74	12.15	12.90	13.83	14.89	15.98	16.70	14.07	1.63

Centile values were estimated by using the LMS method for exact ages. SD: standard deviation; L: skewness; M: median; S: coefficient of variation.

**Table V.** Tabulated physical fitness centile values by sex and age in Macedonian children and adolescents. Upper-limb maximal strength: handgrip strength test (kg)

Age (years)	LMS			Centiles							Mean	SD
	L	M	S	P <sub>5</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>25</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>75</sub>	P <sub>90</sub>	P <sub>95</sub>		
<b>Boys</b>												
6	1.00	8.71	0.39	6.92	7.55	8.67	10.05	11.56	13.05	14.00	10.24	2.11
7	0.91	10.22	0.40	7.98	8.71	10.02	11.62	13.38	15.10	16.20	11.72	2.61
8	0.78	12.29	0.40	9.18	10.03	11.55	13.41	15.44	17.43	18.69	13.61	2.96
9	0.60	15.48	0.40	10.41	11.38	13.13	15.25	17.58	19.85	21.29	15.60	3.22
10	0.36	19.91	0.40	11.72	12.83	14.81	17.22	19.86	22.43	24.07	17.28	3.77
11	0.12	24.73	0.40	13.51	14.79	17.09	19.89	22.96	25.97	27.89	20.38	4.44
12	-0.07	29.96	0.40	15.86	17.37	20.08	23.40	27.06	30.66	32.95	23.62	5.16
13	-0.24	36.47	0.38	19.24	21.06	24.36	28.41	32.89	37.29	40.11	28.75	6.66
14	-0.40	43.03	0.37	23.65	25.91	29.99	34.95	40.39	45.69	49.07	35.65	7.58
<b>Girls</b>												
6	0.94	7.92	0.38	6.22	6.77	7.76	8.95	10.24	11.48	12.27	9.09	1.74
7	0.88	9.09	0.39	6.99	7.64	8.80	10.19	11.68	13.11	14.01	10.27	2.09
8	0.79	10.55	0.40	7.90	8.68	10.06	11.69	13.43	15.09	16.12	11.86	2.55
9	0.65	12.96	0.41	9.03	9.95	11.58	13.50	15.54	17.47	18.66	13.53	3.16
10	0.47	16.61	0.42	10.51	11.61	13.53	15.78	18.16	20.40	21.78	16.06	3.20
11	0.32	21.50	0.41	12.33	13.61	15.83	18.42	21.12	23.66	25.22	18.29	4.19
12	0.23	26.30	0.38	14.47	15.92	18.41	21.29	24.26	27.02	28.71	21.68	4.22
13	0.20	29.64	0.36	16.39	17.97	20.65	23.71	26.84	29.72	31.46	23.83	4.42
14	0.17	31.95	0.35	18.12	19.79	22.62	25.81	29.03	31.97	33.74	25.77	4.79

Centile values were estimated by using the LMS method for exact ages. SD: standard deviation; L: skewness; M: median; S: coefficient of variation.

**Table VI.** Tabulated physical fitness centile values by sex and age in Macedonian children and adolescents. Flexibility: sit and reach test (cm)

Age (years)	LMS			Centiles							Mean	SD
	L	M	S	P <sub>5</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>25</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>75</sub>	P <sub>90</sub>	P <sub>95</sub>		
<b>Boys</b>												
6	1.03	16.09	0.34	7.12	9.12	12.44	16.09	19.72	22.96	24.90	16.05	5.39
7	0.99	15.45	0.36	6.32	8.33	11.70	15.45	19.21	22.61	24.65	15.40	5.78
8	0.94	14.80	0.39	5.63	7.61	10.98	14.80	18.68	22.20	24.33	14.70	5.72
9	0.90	14.26	0.41	5.06	7.01	10.38	14.26	18.25	21.92	24.15	14.35	5.97
10	0.86	13.77	0.43	4.56	6.47	9.83	13.77	17.88	21.70	24.04	14.16	5.70
11	0.81	13.44	0.46	4.18	6.04	9.40	13.44	17.72	21.76	24.25	13.39	6.24
12	0.76	13.49	0.49	3.97	5.82	9.26	13.49	18.07	22.46	25.19	13.81	6.65
13	0.71	13.83	0.51	3.84	5.72	9.31	13.83	18.84	23.71	26.78	14.21	6.91
14	0.67	14.37	0.54	3.74	5.68	9.47	14.37	19.90	25.37	28.85	14.72	8.11
<b>Girls</b>												
6	0.99	17.13	0.33	7.98	9.99	13.37	17.13	20.89	24.28	26.31	17.23	5.58
7	0.96	16.46	0.34	7.36	9.34	12.69	16.46	20.26	23.72	25.79	16.45	5.58
8	0.94	16.00	0.36	6.84	8.82	12.19	16.00	19.87	23.40	25.52	16.18	5.60
9	0.93	15.85	0.37	6.46	8.48	11.93	15.85	19.83	23.46	25.65	15.73	6.03
10	0.94	16.16	0.38	6.31	8.44	12.06	16.16	20.33	24.13	26.42	16.04	6.12
11	0.95	16.94	0.39	6.39	8.67	12.56	16.94	21.39	25.43	27.87	16.99	6.65
12	0.96	17.87	0.39	6.57	9.02	13.19	17.87	22.61	26.90	29.49	18.09	7.11
13	0.97	18.77	0.39	6.76	9.39	13.81	18.77	23.77	28.29	31.00	18.47	7.39
14	0.99	19.80	0.39	7.00	9.82	14.54	19.80	25.07	29.83	32.68	19.86	7.93

Centile values were estimated by using the LMS method for exact ages. SD: standard deviation; L: skewness; M: median; S: coefficient of variation.

**Table VII.** Tabulated physical fitness centile values by sex and age groups in Macedonian children and adolescents. Upper-limb endurance strength: bent arm hang test (s)

Age (years)	LMS			Centiles							Mean	SD
	L	M	S	P <sub>5</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>25</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>75</sub>	P <sub>90</sub>	P <sub>95</sub>		
<b>Boys</b>												
6	0.09	3.90	0.76	1.03	1.40	2.30	3.90	6.45	9.98	12.85	3.53	3.89
7	0.10	4.68	0.78	1.18	1.63	2.72	4.68	7.83	12.19	15.73	4.30	4.71
8	0.11	5.32	0.80	1.27	1.78	3.04	5.32	9.01	14.10	18.25	5.18	5.69
9	0.13	5.79	0.83	1.30	1.85	3.25	5.79	9.92	15.62	20.25	5.05	5.65
10	0.15	6.55	0.85	1.36	1.99	3.60	6.55	11.35	17.94	23.26	5.79	7.42
11	0.18	7.87	0.87	1.51	2.28	4.25	7.87	13.72	21.64	27.94	7.29	9.28
12	0.22	9.65	0.87	1.73	2.69	5.15	9.65	16.76	26.17	33.50	8.95	10.74
13	0.26	11.82	0.86	2.01	3.20	6.29	11.82	20.34	31.27	39.61	11.66	12.17
14	0.30	14.31	0.85	2.30	3.79	7.60	14.31	24.31	36.76	46.03	15.35	13.99
<b>Girls</b>												
6	-0.03	2.94	0.75	0.87	1.13	1.78	2.94	4.91	7.82	10.37	2.24	3.02
7	-0.02	3.18	0.76	0.92	1.21	1.91	3.18	5.34	8.54	11.35	2.72	3.37
8	-0.02	3.35	0.78	0.95	1.25	1.99	3.35	5.68	9.15	12.21	3.06	3.70
9	-0.01	3.44	0.80	0.94	1.25	2.01	3.44	5.90	9.61	12.88	2.71	3.65
10	0.00	3.62	0.82	0.94	1.27	2.08	3.62	6.30	10.38	14.00	3.06	4.05
11	0.00	3.88	0.85	0.96	1.31	2.19	3.88	6.86	11.45	15.54	3.41	4.58
12	0.01	4.13	0.87	0.98	1.35	2.29	4.13	7.40	12.48	17.05	3.94	5.25
13	0.02	4.25	0.89	0.96	1.34	2.32	4.25	7.72	13.15	18.05	4.05	5.64
14	0.03	4.32	0.91	0.94	1.32	2.33	4.32	7.95	13.63	18.76	4.00	5.41

Centile values were estimated by using the LMS method for exact ages. SD: standard deviation; L: skewness; M: median; S: coefficient of variation.

**Table VIII.** Tabulated physical fitness centile values by sex and age in European adolescents. Lower-limb explosive strength: standing long jump test (cm)

Age (years)	LMS			Centiles							Mean	SD
	L	M	S	P <sub>5</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>25</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>75</sub>	P <sub>90</sub>	P <sub>95</sub>		
<b>Boys</b>												
6	1.08	103.81	0.16	75.94	82.16	92.47	103.81	115.04	125.07	131.05	103.75	16.64
7	1.04	112.97	0.16	82.71	89.43	100.61	112.97	125.27	136.30	142.89	112.59	18.17
8	1.02	121.89	0.16	89.23	96.47	108.53	121.89	135.22	147.19	154.34	122.60	20.06
9	1.06	129.90	0.16	94.90	102.69	115.63	129.90	144.08	156.76	164.32	129.68	21.29
10	1.11	138.19	0.16	100.78	109.16	123.01	138.19	153.18	166.53	174.46	136.90	22.79
11	1.15	147.91	0.16	107.82	116.84	131.69	147.91	163.86	178.02	186.41	148.37	23.02
12	1.19	158.49	0.16	115.40	125.14	141.12	158.49	175.51	190.57	199.48	157.87	25.55
13	1.23	169.64	0.16	123.30	133.84	151.04	169.64	187.78	203.77	213.20	168.95	28.26
14	1.27	180.99	0.16	131.44	142.77	161.18	180.99	200.24	217.14	227.09	180.71	28.54
<b>Girls</b>												
6	1.05	94.53	0.16	69.84	75.33	84.45	94.53	104.55	113.53	118.88	94.24	15.21
7	0.89	101.45	0.16	75.47	81.14	90.70	101.45	112.32	122.21	128.16	101.87	15.97
8	0.76	108.04	0.16	80.73	86.60	96.61	108.04	119.76	130.55	137.11	108.33	16.54
9	0.67	114.61	0.16	85.77	91.90	102.45	114.61	127.22	138.93	146.10	115.07	19.19
10	0.60	121.28	0.16	90.77	97.21	108.35	121.28	134.78	147.41	155.18	121.19	20.05
11	0.56	127.96	0.16	95.62	102.41	114.20	127.96	142.41	155.98	164.36	128.45	20.51
12	0.54	133.22	0.17	99.00	106.16	118.62	133.22	148.59	163.08	172.04	136.31	20.51
13	0.54	135.48	0.17	99.65	107.13	120.18	135.48	151.61	166.84	176.27	136.06	23.99
14	0.55	136.04	0.18	98.82	106.58	120.14	136.04	152.81	168.66	178.47	135.80	25.00

Centile values were estimated by using the LMS method for exact ages. SD: standard deviation; L: skewness; M: median; S: coefficient of variation.

**Table XI.** Tabulated physical fitness centile values by sex and age in Macedonian children and adolescents. Abdominal strength: sit-ups 30 sec.

Age (years)	LMS			Centiles							Mean	SD
	L	M	S	P <sub>5</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>25</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>75</sub>	P <sub>90</sub>	P <sub>95</sub>		
<b>Boys</b>												
6	1.20	10.45	0.39	3.15	4.93	7.65	10.45	13.11	15.42	16.76	9.38	4.84
7	1.23	11.97	0.35	4.32	6.18	9.03	11.97	14.76	17.17	18.57	11.29	4.98
8	1.23	13.18	0.33	5.46	7.31	10.19	13.18	16.01	18.47	19.90	12.77	4.68
9	1.21	14.40	0.30	6.66	8.49	11.37	14.40	17.30	19.83	21.31	13.98	4.88
10	1.14	15.78	0.29	8.02	9.80	12.68	15.78	18.79	21.44	23.00	15.58	4.93
11	1.04	17.08	0.27	9.36	11.08	13.94	17.08	20.21	23.00	24.67	16.74	5.14
12	0.93	18.17	0.26	10.53	12.19	15.00	18.17	21.38	24.30	26.06	18.07	5.20
13	0.85	18.84	0.25	11.29	12.91	15.68	18.84	22.08	25.07	26.88	18.98	4.67
14	0.79	19.34	0.25	11.88	13.46	16.19	19.34	22.60	25.62	27.46	19.39	4.80
<b>Girls</b>												
6	1.00	9.09	0.46	2.25	3.76	6.29	9.09	11.89	14.41	15.92	8.13	4.72
7	1.00	10.32	0.43	3.09	4.68	7.35	10.32	13.29	15.96	17.56	9.53	5.22
8	0.99	11.35	0.40	3.97	5.59	8.32	11.35	14.39	17.12	18.76	11.08	4.90
9	0.99	12.27	0.37	4.88	6.51	9.23	12.27	15.32	18.06	19.71	11.82	4.98
10	0.99	13.25	0.34	5.88	7.50	10.22	13.25	16.30	19.04	20.69	12.57	5.39
11	0.98	14.25	0.31	6.95	8.56	11.25	14.25	17.26	19.98	21.61	14.17	4.58
12	0.98	15.11	0.29	7.96	9.53	12.17	15.11	18.06	20.73	22.33	15.68	4.30
13	0.98	15.60	0.27	8.73	10.24	12.77	15.60	18.43	20.99	22.53	15.46	4.29
14	0.97	15.99	0.25	9.41	10.86	13.28	15.99	18.70	21.16	22.63	15.70	4.52

Centile values were estimated by using the LMS method for exact ages. SD: standard deviation; L: skewness; M: median; S: coefficient of variation.

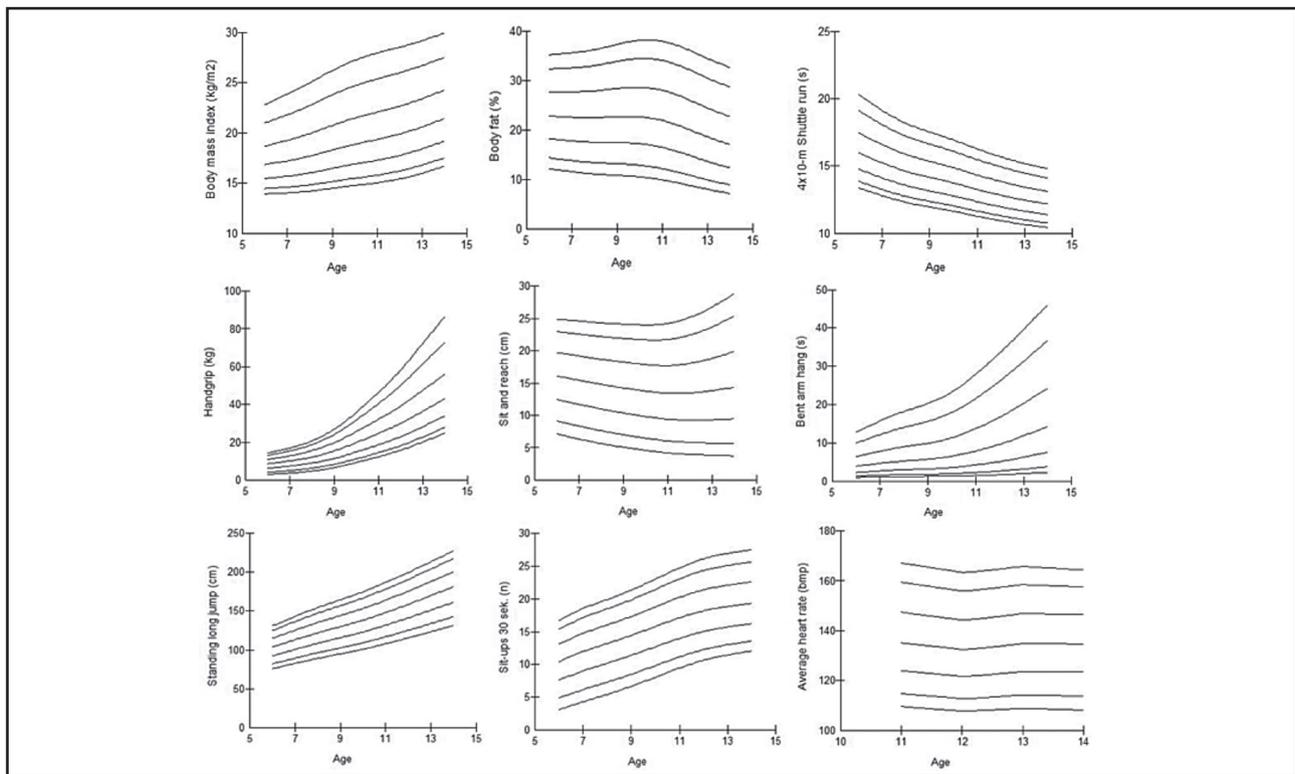
**Table X.** Tabulated physical fitness centile values by sex and age in Macedonian children and adolescents. Cardiorespiratory fitness: average heart rate (bpm)

Age (years)	LMS			Centiles							Mean	SD
	L	M	S	P <sub>5</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>25</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>75</sub>	P <sub>90</sub>	P <sub>95</sub>		
<b>Boys</b>												
11	-0.15	135.07	0.13	109.77	114.85	123.96	135.07	147.35	159.50	167.33	136.37	17.59
12	0.03	132.60	0.13	107.62	112.71	121.75	132.60	144.40	155.88	163.17	133.61	16.75
13	0.21	134.92	0.13	108.84	114.23	123.69	134.92	146.93	158.46	165.69	135.80	17.56
14	0.39	134.68	0.13	108.33	113.85	123.45	134.68	146.50	157.67	164.59	135.34	17.02
<b>Girls</b>												
11	1.38	150.60	0.11	122.63	129.00	139.39	150.60	161.50	171.07	176.70	150.28	16.39
12	1.75	152.23	0.11	123.60	130.33	141.02	152.23	162.86	172.00	177.30	151.51	16.55
13	2.11	154.81	0.10	125.95	132.93	143.75	154.81	165.05	173.70	178.65	153.90	15.99
14	2.47	155.99	0.10	127.72	134.73	145.38	155.99	165.64	173.67	178.22	154.87	15.57

Centile values were estimated by using the LMS method for exact ages. SD: standard deviation; L: skewness; M: median; S: coefficient of variation.

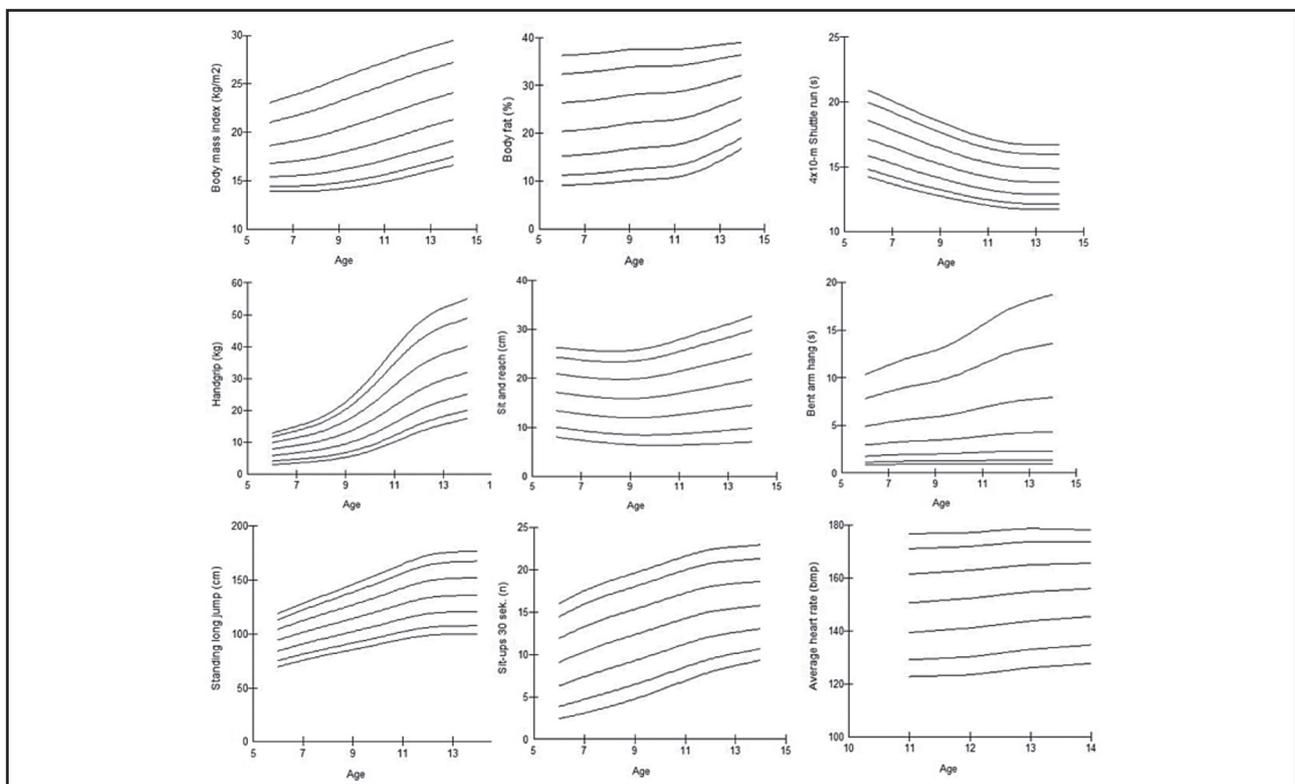
In addition, the proper interpretation of the level of physical fitness requires comparison of the results obtained with a particular child with reference values of the same sex and age population. In this context, the

study provides gender and age-specific percentile values for eight commonly used field-based physical fitness tests in a random and large national representative sample of Macedonian children aged six to 14 years.



**Figure 1.**

Percentile curves (from bottom to top:  $P_5$ ,  $P_{25}$ ,  $P_{50}$ ,  $P_{75}$ ,  $P_{95}$ ) of nine tests to measure different fitness components. The smoothing of the percentiles was done with the LMS method (boys).



**Figure 2.**

Percentile curves (from bottom to top:  $P_5$ ,  $P_{25}$ ,  $P_{50}$ ,  $P_{75}$ ,  $P_{95}$ ) of nine tests to measure different fitness components. The smoothing of the percentiles was done with the LMS method (girls).

Schools are the most appropriate places to identify children with low levels of physical fitness and to promote healthy behaviors (1). Hence, these reference values represent an undoubtedly important tool in the educational environment. The results of this research will allow Physical Education teachers to detect children with health problems early and begin immediate intervention. For instance, scores below the 5<sup>th</sup> percentile should be taken as a “warning signal” due to the potential pathology of children scoring them. Therefore, these children should undergo a clinical evaluation of the coexistence of other risk factors that may cause future diseases (e.g., decreased muscle AMP deaminase because of C34T mutation of the gene AMPD1) (22), and they should be encouraged to follow a healthier lifestyle, for example, engaging in recommended daily levels of physical activity, reducing time in sedentary activities or following a healthy diet. Then, the effect of intervention on the level of the child’s physical fitness could be observed by following the evolution of percentile lines through the years.

Furthermore, the percentile values provided in the study could represent two additional contributions. From the standpoint of prevention, the obtained reference values will enable the diagnosis and detection of those physical fitness components in children who present the worst values (for example, under the 10<sup>th</sup> or 25<sup>th</sup> percentile) and be susceptible to improvement with an appropriate physical exercise program (20). On the other hand, current reference values can be used by Physical Education teachers and coaches to identify sports talents. In this sense, children who score over the 90<sup>th</sup> or 95<sup>th</sup> percentile should be considered as talented for those sports for which that particular physical fitness component is relevant.

The results of the survey show a higher level of physical fitness in boys than in girls of all ages, with the exception of flexibility (sit and reach test), where girls have achieved better results. These differences have increased with age. Furthermore, there was a trend towards increased physical fitness levels as the age increased in both boys and girls, although girls generally reached the plateau when 13-14 years old, while boys’ values continue to increase. Previous studies have shown similar results. For example, studies on European children and adolescents have shown that boys are better in cardiorespiratory fitness (13,21-23), muscle strength (13,22,24,25) or speed (13,22,26). However, the same studies have shown that girls in all adult categories achieve better results in flexibility assessment tests (13,26,27). The reason why girls achieve better results in the sit and reach test may be the differences in the level of growth and development of the connective, muscle and bone tissue, as well as the difference in the anatomy of the hip joint and pelvis between boys and girls (28,29,38). Additionally, the same studies found a plateau approximately at the same ages. Gender differences in adolescence in combination with the effects of the endocrine adaptation (influence of gonadal steroid hormones and the growth hormone) typical for sexual maturation, morphological differences, mainly the body composition (for boys, the content of minerals in the bones and muscle mass increases and fat deposition around the hips decreases), functional differences and physical activity

are the main factors for the differences in the level of muscular fitness in adolescence between boys and girls (31,32).

However, the question is, why in early school age there are differences in the level of fitness between boys and girls? Perhaps the reasons for these differences are more sociological than biological. Environmental factors (social interests, peer influence or lack of motivation towards physical activity) unequivocally encourage girls to be less active than boys. Increasing muscle mass until puberty is a consequence of the effect of “insulin similar to the growth hormone IGLF-1”, which has the same effect for boys and girls during and after puberty. The increase of muscle mass is due to the effect of the testosterone hormone.

According to our results for the different levels of fitness abilities between boys and girls, there is a need for a differentiated approach in the Physical Education class in terms of adjustment of physical activity based on gender, level of fitness abilities and students’ needs and interests.

Except for the cardiorespiratory fitness test (three-minute step test), the EUROFIT fitness test battery was selected in this study because it is probably the most extended, validated and standardized method for assessing children’s physical fitness in Europe (33). However, some methodological problems were found. Similarly to previous studies (13,25), a substantial number of children that scored 0 in the bent-arm hang test (27.9% boys and 36.9% girls) was observed. Although there are definitely some differences in physical fitness among these children that failed, the test was unable to discriminate them. Therefore, its usefulness and future use in children is questionable.

Comparing the international studies with the results obtained in our study, it can be concluded that Macedonian students from both genders achieve lower scores on average in the “30 sec. sit-ups” and “sit and reach” tests at the ages of eleven and 14 in terms of peers from Serbia, Belgium, Italy, Spain, Lithuania, Latvia and Estonia (34-39). Male and female students from Macedonia achieve lower results on average in the test “standing broad jump” at the ages of eight and eleven, and better results at the ages of 12 and 14 when compared to students from Hong Kong (40). Macedonian male and female students achieve similar results at the age of 13 and 14 in the “standing broad jump” test in relation to previous researches performed on adolescents from Spain measured by the AVENA study (41). Macedonian boys at the age of 13 and 14 achieve better results on average in the “standing broad jump” test compared to European male peers measured in the HELENA study (13). On the other hand, Macedonian 13 and 14-year-old girls achieve worse results in the “standing broad jump” test compared to same age European female adolescents measured by the HELENA study. Macedonian boys at the age of 13 and 14 achieve better results on average, and the girls achieve similar results in the “hand grip” test in comparison with their European peers measured by the HELENA study, and 13 and 14-year-old Macedonian students of both gender achieve lower results on average in the test compared to adolescents from Spain measured by the AVENA study. Six and ten-year old Macedonian students from both genders achieve better results on average in the “hand grip” test compared to

their peers from Portugal (42) and Latvia (34), while adolescents at the age of nine to 14 achieve lower results on average than their peers from Australia (43). In the “shuttle run 4 × 10 meters” test, male and female Macedonian students at the age of 13 and 14 achieve lower results on average than their European peers measured by the HELENA and AVENA studies, and they achieve lower results on average at the age of six to ten than their peers from Portugal (42).

This study has some limitations. Firstly, due to its cross-sectional nature we cannot discern the direction of the observed associations between physical fitness and future cardiovascular risk, which may indeed be reciprocal. Secondly, important variables associated with blood lipids such as levels of physical activity, sex hormone levels, and familial health background were not measured. In addition, the weakness of the survey was the selection of the sample, which did not represent the entire population of children and adolescents from Macedonia, since it did not include respondents from the western part of the country or respondents from ethnic communities. The advantage of this research is the large sample included, strict field-based standardization and the large expert team of kinesiologists and doctors who carried out the research in order to avoid bias due to inconsistency in the measurement protocols.

## CONCLUSION

In summary, indigenous boys showed better results than girls in cardiorespiratory fitness, lower- and upper-limb strength and speed/agility and girls performed better in low back flexibility. The results obtained can be used to identify children and adolescents at higher risk for developing unfavorable health outcomes owing to their low fitness level (< 10<sup>th</sup> percentile). Also, these cut-offs are especially interesting in educational settings because schools can play the main role in identifying children with a low level of physical fitness. At the same time, this research provides a precise categorization, which considers a youth age and gender, and enables comparisons among normative values from other countries. In addition, they are important because monitoring health-related physical fitness early in life might contribute to substantial improvements in life expectancy and reduced risk of chronic diseases such as obesity, cardiometabolic disease, skeletal and mental health in the indigenous population.

## REFERENCES

- Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjöström M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes (Lond)* 2008;32(1):1-11.
- McGill HCJ, McMahan CA. Determinants of atherosclerosis in the young. Pathobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth (PDAY) Research Group. *Am J Cardiol* 1998;82(10B):30T-6T.
- Ruiz JR, Castro-Piñero J, Artero EG, Ortega FB, Sjöström M, Suni J, et al. Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. *Br J Sports Med* 2009;43(12):909-23.
- Paineau D, Chiheb S, Banu I, Valensi P, Fontan JE, Gaudelus J, et al. Comparison of field methods to estimate fat mass in children. *Ann Hum Biol* 2008;35:185-97.
- Rodríguez G, Moreno LA, Blay MG, Blay VA, Fleta J, Sarria A, et al. Body fat measurement in adolescents: comparison of skinfold thickness equations with dualenergy X-ray absorptiometry. *Eur J Clin Nutr* 2005;59:1158-66.
- Ruiz JR, Castro-Piñero J, Artero EG, Ortega FB, Sjöström M, Suni J, et al. Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. *Br J Sports Med* 2009;43:909-23.
- Castillo-Garzón MJ, Ruiz JR, Ortega FB, Gutiérrez-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;97:114-38.
- Sygit K, Kołataj W, Goździńska M, Sygit M, Kołataj B, Karwat ID. Lifestyle as an important factor in control of overweight and obesity among schoolchildren from the rural environment. *Ann Agric Environ Med* 2012;19(3):557-61.
- Gontarev S, Kalac R. Prediction of physical activity factors in Macedonian adolescents. *J Phys Educ Sport* 2016;16(1):88-96.
- Currie C, Zanotti C, Morgan A, Currie D, De Looze M, Roberts C, et al. Social determinants of health and well-being among young people. Health Behaviour in School-aged Children study: international report from the 2009/2010 survey. Health policy for children and adolescents. No. 6. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2012.
- Gontarev S, Ruzdija K. The association of weight status with physical fitness among Macedonian children. *Adv Life Sci Health* 2015;2(1).
- Gontarev S, Ruzdija K. The relationship between overweight, obesity and physical fitness among eleven and twelve-year-old Macedonian adolescents. *J Phys Educ Sport* 2014;14(2):178-85.
- Ortega FB, Artero EG, Ruiz JR, España-Romero V, Jiménez-Pavón D, Vicente-Rodríguez G, et al. Physical fitness levels among European adolescents: the HELENA study. *Br J Sports Med* 2011;45(1):20-209.
- Heyward VH. Advanced fitness assessment and exercise prescription. 5<sup>th</sup> ed. Champaign: Human Kinetics Publishers; 2006.
- Moreno LA, Joyanes M, Mesana MI, González-Gross M, Gil CM, Sarria A, et al. Harmonization of anthropometric measurements for a multicenter nutrition survey in Spanish adolescents. *Nutrition* 2003;19(6):481-6.
- Ortega FB, Artero EG, Ruiz JR, Vicente-Rodríguez G, Bergman P, Hagströmer M, et al. Reliability of health-related physical fitness tests in European adolescents. The HELENA Study. *Int J Obes* 2008;32(S5):S49-57.
- Sazdovski C, Gontarev S, Pop-Petrovski V, Novacevska S, Stamenov R, Dimitriuska KJ, et al. Structure and development of anthropometric, motoric, functional dimensions and condition of postural status among pupils from both genders aged 6 to 14 years old in primary schools in municipality of “Kisela Voda”. *Kisela Voda: Union on Sports Pedagogues*; 2012.
- Topp RV, Jacks DE, Moore JB. Prediction of VO<sub>2</sub> peak using sub-maximum bench step test in children. *Clini Kine* 2011;65(4):68-75.
- Cole TJ, Green PJ. Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalized likelihood. *Stat Med* 1992;11:1305-19.
- Cole TJ, Freeman JV, Preece MA. British 1990 growth reference centiles for weight, height, body mass index and head circumference fitted by maximum penalized likelihood. *Stat Med* 1998;17:407-29.
- Castro-Piñero J, Ortega FB, Keating XD, González-Montesinos JL, Sjöström M, Ruiz JR. Percentile values for aerobic performance running/walking field tests in children aged 6 to 17 years: influence of weight status. *Nutr Hosp* 2011;26(3):572-8.
- Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Moreno LA, González-Gross M, Wärnberg J, et al. Low level of physical fitness in Spanish adolescents. Relevance for future cardiovascular health (AVENA study). *Rev Esp Cardiol* 2005;58(8):898-909.
- Sandercock G, Voss C, Cohen D, Taylor M, Stasinopoulos DM. Centile curves and normative values for the twenty meter shuttle-run test in English schoolchildren. *J Sports Sci* 2012;30(7):679-87.
- Castro-Piñero J, González-Montesinos JL, Mora J, Keating XD, Girela-Rejón MJ, Sjöström M, et al. Percentile values for muscular strength field tests in children aged 6 to 17 years: influence of weight status. *J Strength Cond Res* 2009;23(8):2295-310.
- Marrodán Serrano MD, Romero Collazos JF, Moreno Romero S, Mesa Santurino MS, Cabañas Armesilla MD, Pacheco Del Cerro JL, et al. Handgrip strength in children and teenagers aged from 6 to 18 years: reference values and relationship with size and body composition. *An Pediatr (Barc)* 2009;70(4):340-8.
- Castro-Piñero J, González-Montesinos JL, Keating XD, Mora J, Sjöström M, Ruiz JR. Percentile values for running sprint field tests in children ages 6-17 years: influence of weight status. *Res Q Exerc Sport* 2010;81(2):143-51.
- Castro-Piñero J, Girela-Rejón MJ, González-Montesinos JL, Mora J, Conde-Caveda J, Sjöström M, et al. Percentile values for flexibility tests in youths aged 6 to 17 years: influence of weight status. *Eur J Sport Sci* 2013;13(2):139-48.

28. American College of Sports Medicine (ACSM). Health-related physical fitness assessment manual. Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins; 2005.
29. Currie CE, Elton RA, Todd J, Platt S. Indicators of socioeconomic status for adolescents: the WHO Health Behaviour in School-aged Children Survey. *Health Educ Res* 1997;12(3):385-97.
30. Mak KK, Ho SY, Lo WS, Thomas GN, McManus AM, Day JR, et al. Health-related physical fitness and weight status in Hong Kong adolescents. *BMC Public Health* 2010;10(88):2-5.
31. Brunet M, Chaput JP, Tremblay A. The association between low physical fitness and high body mass index or waist circumference is increasing with age in children: the "Quebec en Forme" Project. *Int J Obes* 2007;31(4):637-43.
32. Ceschia A, Giacomini S, Santarossa S, Rugo M, Salvadego D, Da Ponte A, et al. Deleterious effects of obesity on physical fitness in pre-pubertal children. *Eur J Sport Sci* 2016;6(2):271-8.
33. Castro-Piñero J, Artero EG, España-Romero V, Ortega FB, Sjöström M, Suni J, et al. Criterion-related validity of field-based fitness tests in youth: a systematic review. *Br J Sports Med* 2010;44(13):934-43.
34. Sauka M, Priedite IS, Artjuhova L, Larins V, Selga G, Dahlström Ö, et al. Physical fitness in northern European youth: reference values from the Latvian Physical Health in Youth Study. *Scand J Public Health* 2011;39:35-43.
35. Gajevic A. Physical development and physical fitness of children of primary school age. Belgrad: Republic Institute for Sport; 2009.
36. Tomkinson G, Olds T. Secular changes in pediatric aerobic fitness test performance: the global picture. *Med Sport Sci* 2007;50(R):46.
37. Vaeyens R, Malina RM, Janssens M, Van Renterghem B, Bourgois J, Vrijens J, et al. A multidisciplinary selection model for youth soccer: the Ghent Youth Soccer Project. *Br J Sports Med* 2006;40:928-34.
38. Casajús JA, Leiva MT, Villarroya A, Legaz, Moreno LA. Physical performance and school physical education in overweight Spanish children. *Ann Nutr Metab* 2007;51:288-96.
39. Freitas DL, Maia J, Beunen GP, Claessens AL, Thomis MA, Marques AT, et al. Socio-economic status, growth, physical activity and fitness: the Madeira Growth Study. *Ann Hum Biol* 2007;34:107-22.
40. Chung L, Chow L, Chung J. Normative reference of standing long jump indicates gender difference in lower muscular strength of pubertal growth. *Health* 2013;5:6-11.
41. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Moreno LA, González-Gross M, Wärnberg J, et al. Grupo AVENA. Low level of physical fitness in Spanish adolescents. Relevance for future cardiovascular health (AVENA study). *Rev Esp Cardiol* 2005;58:898-909.
42. De Oliveira MR, Seabra A, Freitas D, Eisenmann JC, Maia J. Physical fitness percentile charts for children aged 6-10 from Portugal. *J Sports Med Phys Fitness* 2014;54:780-92.
43. Catley MJ, Tomkinson GR. Normative health-related fitness values for children: analysis of 85,347 test results on 9-17-year-old Australians since 1985. *Br J Sports Med* 2013;47:98-108.



## Trabajo Original

Nutrición en el anciano

### Nutrients associated with diseases related to aging: a new healthy aging diet index for elderly population

*Nutrientes asociados a las enfermedades relacionadas con el envejecimiento: un nuevo índice de dieta saludable para personas mayores*

Manuel Lozano<sup>1,2</sup>, Lara Manyes<sup>1</sup>, Juanjo Peiró<sup>3</sup> y José María Ramada<sup>4,5</sup>

<sup>1</sup>Departament de Medicina Preventiva i Salut Pública. Ciències de l'Alimentació, Toxicologia i Medicina Legal. Facultat de Farmàcia. Universitat de València. València, Spain.

<sup>2</sup>Fundació per a la Foment de la Investigació Sanitària i Biomèdica de la Comunitat Valenciana (FISABIO). València, Spain. <sup>3</sup>Departament d'Estadística i Investigació Operativa. Facultat de Ciències Matemàtiques. Universitat de València. València, Spain. <sup>4</sup>Institut Hospital del Mar d'Investigacions Mèdiques (IMIM). Barcelona, Spain.

<sup>5</sup>CIBER de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP). Spain

#### Abstract

**Introduction:** several indexes are used to measure the quality of nutrition in advanced ages. None of them were designed to evaluate nutrition to avoid disabilities in elderly population.

**Objectives:** to retrieve from literature "nutrients and intakes" showing to be involved in aging, and propose a new index, considering this information, to evaluate the quality of nutrition for preventing diseases related to aging.

**Methods:** a bibliographic review was performed, retrieving information on nutrients associated with aging. All these nutrients were incorporated into a new Healthy Aging Diet Index (HADI). Next, a cross-sectional study was carried out with two convenience samples of elderly, collecting the nutritional and dietary data, calculating different validated indexes and comparing them with HADI to validate the results.

**Results:** forty-eight manuscripts were retrieved for full-text analysis. Associations were found between cardiovascular diseases and macronutrients, dietary fibre, sodium and vitamin D; cancer and fatty acids; diabetes and fatty acids, fibre and simple sugars; osteopenia/osteoporosis and calcium and vitamin D; sarcopenia and proteins, calcium, and vitamin D; and between cognitive impairment and fatty acids and folates. Sample 2, associated with rural areas, obtained lower indexes' scores. The behavior of HADI is similar to the other indexes (6.24/14 and 6.10/14 in samples 1 and 2, respectively).

**Conclusions:** the presented collection of nutrients adds useful evidence for the design of diets that allow healthy aging. The new index proposed is a tool of specific nutritional measurement in studies aimed to prevent diseases related to aging.

#### Key words:

Dietary habits. Functionally-impaired elderly. Healthy aging. Nutrients. Nutrition assessment. Nutrition indexes. Nutritional requirements.

#### Resumen

**Introducción:** suelen usarse diversos índices dietéticos para medir la calidad de la nutrición en edades avanzadas. Sin embargo, ninguno de ellos fue diseñado para evaluar la nutrición con el objetivo de evitar discapacidades en la población anciana.

**Objetivos:** identificar en la literatura científica los "nutrientes e ingestas" involucrados en el envejecimiento, así como proponer un nuevo índice, considerando esta información, que sirva para evaluar la calidad de la nutrición con objeto de prevenir enfermedades relacionadas con el envejecimiento.

**Métodos:** se realizó una revisión bibliográfica, obteniendo información sobre los nutrientes asociados con el envejecimiento. Todos estos nutrientes fueron considerados en el diseño de un nuevo Índice de Dieta de Envejecimiento Saludable (HADI). A continuación, se realizó un estudio transversal con dos muestras de ancianos (muestreo de conveniencia), recogiendo datos nutricionales y dietéticos, calculando las puntuaciones de diferentes índices dietéticos validados y comparándolos con HADI para validar los resultados.

**Resultados:** cuarenta y ocho manuscritos fueron finalmente utilizados para el análisis de texto completo. Se encontraron asociaciones entre enfermedades cardiovasculares y macronutrientes, fibra dietética, sodio y vitamina D; cáncer y ácidos grasos; diabetes y ácidos grasos, fibra y azúcares simples; osteopenia/osteoporosis y calcio y vitamina D; sarcopenia y proteínas, calcio y vitamina D; y entre el deterioro cognitivo y los ácidos grasos y los folatos. La muestra 2, asociada a áreas rurales, obtuvo puntuaciones en los índices más bajas. El comportamiento de HADI es similar al de los otros índices (6.24/14 y 6.10/14 en las muestras 1 y 2, respectivamente).

**Conclusiones:** la recopilación de nutrientes presentada agrega evidencia científica útil para el diseño de dietas que faciliten un envejecimiento saludable. El nuevo índice propuesto es una herramienta de medición nutricional específica en estudios dirigidos a prevenir enfermedades relacionadas con el envejecimiento.

#### Palabras clave:

Hábitos dietéticos. Ancianos con discapacidades funcionales. Envejecimiento saludable. Nutrientes. Evaluación nutricional. Índices nutricionales. Requisitos nutricionales.

Received: 01/04/2018 • Accepted: 10/06/2018

*Authorship declaration: Manuel Lozano and José María Ramada designed the research; Manuel Lozano and Lara Manyes conducted the research; Juanjo Peiró analyzed the data; and Manuel Lozano, Lara Manyes, Juanjo Peiró, and José María Ramada wrote the paper. José María Ramada had primary responsibility for the final content. All authors read and approved the final manuscript.*

Lozano M, Manyes L, Peiró J, Ramada JM. Nutrients associated with diseases related to aging: a new healthy aging diet index for elderly population. *Nutr Hosp* 2018;35(6):1287-1297

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1946>

#### Correspondence:

Manuel Lozano. Department of Preventive Medicine and Public Health, Food Sciences, Toxicology and Forensic Medicine. Faculty of Pharmacy. University of Valencia. Av. Vicent Andrés Estellés, s/n. 46100 Burjassot, Valencia. Spain  
e-mail: [manuel.lozano@uv.es](mailto:manuel.lozano@uv.es)

## INTRODUCTION

---

According to the World Health Organization (WHO), healthy ageing refers to an individual's capacity to do the things that are important to the person. Healthy ageing is the process of developing and maintaining the functional ability that enables well-being in older age (1). The healthy aging concept has widely developed as the set of biological conditions and behaviors involved in an appropriate lifestyle aimed at improving well-being and life expectancy without disabilities (2,3), and there is quite evidence that shows that nutrition is relevant among these factors (4). In fact, the role of nutrition in the prevention and treatment of age-related diseases and disabilities has been highlighted by the European Union (5), which associates nutrition with a set of diseases related to pathological aging: cardiovascular disease, cancer, diabetes, osteoporosis, sarcopenia and cognitive impairment/decline. In consequence, nutrition has also been associated with independence, well-being and safety of life due to its incidence in functional limitations (6-11).

Several indexes have been used to measure the quality of nutrition in advanced ages. Most of them are derived from the Diet Quality Score (DQI), the Alternative Healthy Eating Index (AHEI), the Mediterranean Diet Score (MDS) or the Healthy Diet Indicator (HDI), which have been explained in an extensive revision carried out by Gil et al. in 2015 (12). These indexes are frequently designed to be applied to any segment of the population based on overall healthy intakes, usually assumed in research (13). The AHEI, HDI and DQI measure the adequacy of nutrients and diet. They were designed on the basis of a general healthy diet, considering nutrients and food servings, to relate diet with chronic diseases (AHEI) or with mortality (HDI and DQI). The MDSmod measures the adherence to the Mediterranean diet, widely considered as a healthy dietary pattern. Each index has been designed according to a different rank score, indicating that the higher the score the better the score is, except in the DQI, where the ratio is inverse. None of these validated existing indexes was originally designed to evaluate nutrition in order to avoid pathological aging in the elderly population.

There is a wide literature that relates specific nutrients, combinations of them, or specific daily intakes to prevention of chronic diseases and functional limitations. Further quality research is needed to compile these nutrients, and as far as we know, there is no validated index in the literature for measuring the quality of nutrition aimed to prevent pathological aging. Therefore, the objectives of this study were: a) to retrieve from the scientific literature the nutrients and intakes that have shown to be involved in the healthy aging; and b) to propose a new index, considering these nutrients and intakes, to evaluate the quality of nutrition in relation to a healthy aging.

## MATERIALS AND METHODS

---

To identify the nutrients that influence healthy aging, an exhaustive bibliographic review was carried out to retrieve the available

information on the nutrients associated with healthy aging. For all the nutrients, the syntaxes were elaborated combining the name of the nutrient with different factors involved in the aging process, using the terms *aging*, *diet*, *nutrition*, *elder*, *elderly*, *lifestyle* and *disability*, and six groups of diseases associated with pathological aging according to the literature (5): *cardiovascular disease*, *cancer*, *diabetes*, *osteoporosis*, *sarcopenia (loss of muscle mass)*, *cognitive impairment* and *cognitive decline*. The search was carried out in the databases Medline, PubMed, Embase, CAB Abstracts, CINAHL, Scopus, JSTOR, Web of Science and Google Scholar.

Only original articles and bibliographic reviews published between 2000 and 2017, written in Spanish, English and Portuguese, which analyzed the association between a nutrient and its effects on aging and the diseases associated with it were included. Initially, a total of 206 articles were retrieved, and after eliminating the repetitions, 161 articles were left to proceed with the selection process.

Each article was reviewed independently by two expert nutrition researchers (ML and LM), making a selection of the articles of interest that met the inclusion criteria. Those articles showing a disagreement between the two reviewers on compliance with the inclusion criteria were evaluated by a third expert nutrition researcher (JMR) who decided if the article was finally included in the review.

The selection of articles was carried out in three stages. In the first stage the articles were selected based on the reading of the title (in this first stage a total of 73 articles were excluded). In a second stage, the articles were selected based on the content of the abstract (in this stage, 29 articles were excluded). In a final stage the articles were selected based on the in-depth analysis of the full text of the article (in this stage eleven articles were eliminated). It was verified that the articles excluded in the last stage did not meet the inclusion criteria of the bibliographic review.

To achieve the second objective, it was necessary to compile the nutritional and dietary data of two convenience samples of elderly people to compare and validate the results. Non-institutionalized elderly people were chosen as target population. Hence, two convenience samples were recruited among users of the public social welfare services offered in the eastern region of Spain. People of both sexes, aged 65 and over, were included. Only those with a lack of cognitive ability to follow an interview were excluded. Thus, up to 469 potential participants were recruited although all questionnaires with missing data were dismissed, so finally 354 participants were included.

Participants of the first sample ( $n = 203$ ) were residents of four metropolitan municipalities (with populations between 20,000 and 70,000 people). Participants of the second sample ( $n = 151$ ) were residents of eleven rural municipalities of inland regions (with populations between 500 and 5,000 people).

Data on dietary intake, dietary habits, anthropometrics and demographics were collected from all participants through interviews. The interviews were carried out by social workers from each collaborating municipality, previously trained by the project managers at University. Data on food consumption were obtained

in strict spring season to guarantee the same food seasonality. The PREDIMED validated food-frequency questionnaire was used (14). To verify the quality of the diet, data obtained through questionnaires were analyzed by the DIAL software, version 2.12. The daily intake of energy, macronutrients, micronutrients, alcohol and water of each participant was calculated.

The protocol of this study was approved by the Ethics Committee of (removed for blind peer review) and respects all the principles of the Declaration of Helsinki and the Spanish legal regulations on protection of personal data. Study participants were informed of the objectives and the scope of the study and signed an informed consent for their participation.

Nutritional and dietary data obtained from the study sample were used to calculate the scores of four nutritional indexes already validated: MDSmod, AHEI, HDI, and DQI, as well as the proposed new Healthy Aging Diet Index (HADI).

The procedure followed to select the nutrients to be considered in the new HADI was carried out in two stages: a) in the first place, the six groups of diseases most frequently associated with pathological aging were chosen, according to the literature (cardiovascular disease, cancer, diabetes, osteoporosis, sarcopenia and cognitive impairment/decline) (5); and b) next, from the group of nutrients found in the literature review, those that were significantly associated to these six groups of diseases were selected to be reflected in the HADI, also considering the dietary pattern followed by the population samples of this study (15).

Likewise, the total intake of liquids was added to the design of the HADI due to its well-known effect on the general state of health in elderly people and its relevance in dehydration.

Additionally, optimum daily consumption ranges were considered according to the recommendations made in the literature (15-19). The score was applied following the methodology used in the validated indexes (12), based on the discretization. Thus, the participant obtains 1 point if the average intake of nutrients meets the criterion, and 0 if it does not comply.

The “optimal score” was defined as the maximum score that can be obtained with the application of the HADI and its value is 14. The closer the score of the maximum score is, the better the quality of the diet in relation to a healthy aging.

Thus, mean scores of each index were calculated in both samples to assess the suitability of the nutritional pattern and to evaluate possible differences in both samples. See Gil et al., 2015 (12) for design details as well as the methods to obtain the scores in each validated index.

The result of each index was presented as scores (two decimals) and also as a percentage (one decimal) of the maximum score established for each index to compare the scores obtained with these four indexes and the new index proposed in this study (HADI).

The Student’s t-test was performed among samples to verify the estimates of the indexes ( $p$ -value > 0.05 indicates equivalence between samples). All statistical analyses were performed using R version 3.2.4.

The STROBE guidelines for observational studies have been followed in this study.

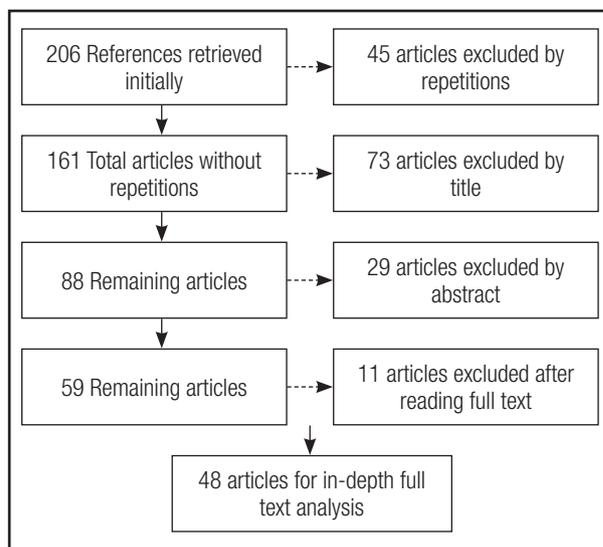
## RESULTS

Figure 1 summarizes the articles retrieved in the bibliographic review carried out to identify the nutrients involved in healthy aging. Likewise, this figure details the number of articles excluded at different moments of the peer-selection process. In all cases, articles that did not meet the inclusion criteria were excluded, and a total of 48 articles (10,20-66) were finally selected for the in-depth analysis of the full text. The results extracted from these 48 articles, with special attention to the nutrients for which significant associations were found with some of the diseases related to aging, can be consulted in the Appendix 1. A complete list of the nutrients related to aging is shown in table I. The scientific literature that supports the associations between each nutrient and the diseases is also shown in the table.

Associations were found between cardiovascular diseases and macronutrients, dietary fiber, sodium and vitamin D; between cancer and fatty acids; between diabetes and fatty acids, fiber and simple sugars; between osteopenia or osteoporosis and calcium and vitamin D; between sarcopenia (muscle mass loss) and proteins, calcium, and vitamin D; and cognitive impairment or cognitive decline was associated with fatty acids and folates.

All these nutrients for which associations were found were incorporated into the new index. Table II summarizes the design of HADI. The scoring for each nutrient is also presented in the table assigning points, following the procedure described in the methods section. The total intake of liquids was added to the design due to its well-known relevance in dehydration.

To compare the five nutritional indexes, table III shows the results of all the indexes for both samples. Both samples obtain low scores in all the assessed indexes. In all cases, with the exception of AHEI, sample 2 obtained lower scores, but they were not statistically significant (values of  $p > 0.05$ ).



**Figure 1.** Selection process of articles. Bibliographic review to identify nutrients involved in healthy aging.

**Appendix 1A. Biographic review: main findings on the relationship of nutrients with age-related diseases**

Article	Nutrient	Finding 1	Finding 2	Finding 3	Finding 4
20	Total hydric contribution	Prevention of urolithiasis and urinary tract infections	Prevention of constipation	Prevention of asthma and bronchopulmonary disorders	Prevention of cardiovascular diseases
21	Total hydric contribution	Supply impaired thirst perception	Supply reduced renal functions		
22	Alcohol (moderate)	Prevention of oxidative stress	Prevention of dementia	Psychosocial functioning maintenance	Lower dietary contributions
23	Alcohol (moderate)	Lower cardiovascular diseases death rate			
24	Proteins	Muscle function maintenance			
25	Proteins	Improves recovery from illness	Muscle mass maintenance	Muscle functionality maintenance	
26	Carbohydrates (high dietary glycaemic loads)	Higher cardiovascular diseases risk			
27	Carbohydrates (non-refined)	Lower cardiovascular diseases risk			
28	Simple carbohydrates	Higher Alzheimer's disease risk	Prevention of pre-dementia syndromes	Prevention of progression to overt dementia	
29	Simple carbohydrates	Higher cardiovascular diseases incidence			
30	Total fibre	Decrease in glucose absorption	Lipid lowering	Prevention of colon cancer and polyps	Prevention of constipation and diverticular disease
31	Fatty acids	Ensures the proper MUFA, PUFA and fat-soluble vitamins intake			
10	Fatty acids	Management of cognitive decline and dementia (MUFA, PUFA)	Decrease the cardiovascular diseases risk (MUFA)	Higher risk of neurodegeneration (SFA)	
32	Polyunsaturated fatty acids (long-chain)	Decrease neurodegeneration	Decrease inflammation		
33	Polyunsaturated fatty acids	Muscle mass maintenance	Antioxidant status maintenance		
34	Trans fatty acids	Higher cardiovascular diseases risk			
35	Trans fatty acids	Promote inflammation	Promote atherosclerosis	Promote coronary heart disease	

*(Continue in the next page)*

**Appendix 1B (Cont.). Biographic review: main findings on the relationship of nutrients with age-related diseases**

Article	Nutrient	Finding 1	Finding 2	Finding 3	Finding 4
36	Omega 3 fatty acids	Promote type 2 diabetes			
37	Cholesterol	Prevention of coronary heart disease			
38	Cholesterol	Prevention of Alzheimer disease			
39	Calcium	Prevention of osteoporosis			
40	Calcium	Teeth and bones maintenance			
	Iron	Prevention of anaemia	Cognitive maintenance	Muscle function maintenance	
	Thiamine (B1)	Proper energy production	Proper myelin production for nerve conduction		
	Retinol (A)	Promote immunity	Night-time vision maintenance	Ocular health maintenance	Skin health maintenance
	Vitamin K	Prevention of osteoporosis by regulating the bone mineralization process			
41	Calcium	Prevention of osteoporosis	Cell signalling maintenance	Coagulation maintenance	Muscle contraction and neural transmission maintenance
42	Iron	Immunity maintenance			
43	Copper	Prevention of Alzheimer disease			
44	Copper	Neuroprotection from Alzheimer disease	Immunity maintenance	Prevention of osteoporosis	Prevention of cardiovascular diseases
	Zinc	Prevention of Alzheimer disease			
45	Iodine	Prevents thyroid diseases and its associated factors			
46	Iodine	Its deficiency is related with higher mortality risk			
47	Zinc	Immunity maintenance	Neurological function maintenance	Would healing function maintenance	
48	Sodium	Increases the pulse pressure	Increase aortic rigidity		
49	Sodium	Low levels stimulate osteoclast genesis and bone resorptive activity			

*(Continue in the next page)*

**Appendix 1C (Cont.). Biographic review: main findings on the relationship of nutrients with age-related diseases**

Article	Nutrient	Finding 1	Finding 2	Finding 3	Finding 4
50	Phosphorus	Osteoblast activity			
51	Phosphorus	Lower-extremity musculoskeletal maintenance			
52	Selenium	Low levels are associated with poor skeletal muscle strength			
53	Selenium	Antioxidant and anti-inflammatory effects to the production of thyroid hormone	Low levels are associated with poor immune function	Low levels are associated with cognitive decline	Higher levels have antiviral and reproduction effects
54	Selenium	Antioxidant role	Prevention of dementia	Low levels are related to Alzheimer disease	
55	Thiamine (B1)	Limited protection against cognitive decline and Alzheimer's disease			
56	Riboflavin (B2)	Lowers plasma homocysteine concentrations			
57	Pyridoxine (B6) Folic acid (B9)	Association through homocysteine levels to the risk of dementia	Association through homocysteine levels to Alzheimer's disease		
58	Pyridoxine (B6)	Positive correlation with local cortical folding			
59	Pyridoxine (B6)	Prevention of dementia and Alzheimer	Prevention of vascular diseases	Prevention of depression	
60	Folic acid (B9)	Prevention of cognitive impairment by inhibiting amyloid toxicity			
	Cobalamin (B12)	Positive association with cognitive function			
61	Cobalamin (B12)	Prevention of peripheral neuropathy	Muscle strength maintenance	Prevention of functional disability	
62	Ascorbic acid (C) Retinol (A) Tocopherol (E)	Neutralizes free radicals, preventing associated diseases			
63	Ascorbic acid (C) Cholecalciferol (D) Tocopherol (E)	Prevention of sarcopenia (muscle loss)			
64	Cholecalciferol (D)	Prevention of metabolic syndrome	Prevention of cardiovascular disease	Prevention of auto-immune diseases	Prevention of several types of cancer
65	Cholecalciferol (D)	Prevention of sarcopenia (muscle loss)	Muscle regeneration process maintenance		
66	Vitamin K	Cognition maintenance (consolidation of memory trace)			

**Table IA. Bibliographic review: nutrients involved in healthy aging. Optimum intakes, findings related to aging and references**

Nutrient	Units	Women	Men	Findings related to aging	References
Total hydric contribution	l/day	2.7	3.7	Prevents infections and the dehydration by deficits in renal function, thirst, and responses to osmotic and volume stimulation	16, 20, 21
Alcohol	g pure ethanol/day	10	20	Benefits of moderate consumption on cardiovascular disease (CVD)	15, 17, 22-23
Proteins	g/kg/day	0.8-1.2	0.8-1.2	Maintain lean body mass, promote recovery from illness, and maintain functionality	18-17, 24-25
Carbohydrates	% total kcal/day	> 50	> 50	Ensures energy enough that comes from food easily chewing and digestible Non-refined carbohydrates reduce CVD risk	15, 26-27
Simple carbohydrates	% total kcal/day	< 6	< 6	Greater consumption contributes to an increase in CVD incidence and worse cognition	15, 28-29
Total fiber	g/day	20-35	20-35	Beneficial effects of fiber on constipation and intestine function, blood lipid, glucose tolerance and kidney function	18, 28-30
Fatty acids	% total kcal/day	30-35	30-35	For maintaining adequate cognitive functioning, preventing or delaying the onset of dementia and ensuring the proper MUFA, PUFA, and fat-soluble vitamins intake	10, 15, 31
Saturate fatty acids	% total kcal/day	7-8	7-8	Greater intakes are related with CVD and neurodegeneration	10, 15, 31
Monounsaturated fatty acids (MUFA)	% total kcal/day	20	20	Decrease CVD and cognitive decline	10, 15, 31
Polyunsaturated fatty acids (PUFA)	% total kcal/day	5	5	Prevent sarcopenia and decrease neurodegeneration and inflammation	15, 32-33
Trans fatty acids	% total kcal/day	< 1	< 1	They have adverse effects on cardiovascular health promoting inflammation, atherosclerosis and coronary heart disease	15, 34-35
Omega 6 fatty acids	% total kcal/day	3	3	Prevent sarcopenia and maintain cellular antioxidant status and stress response enzymes	15, 32-33
Omega 3 fatty acids	% total kcal/day	1-2	1-2	For preventing Alzheimer, dementia, sarcopenia and diabetes, as well as maintaining cellular antioxidant status and stress response enzymes	15, 32-33, 36
Cholesterol	mg/day	< 300	< 300	For preventing coronary heart disease and Alzheimer	15, 37-38
Calcium (Ca)	mg/day	1,300	1,200	Maintenance of healthy teeth and bones, cell signaling, coagulation, muscle contraction and neural transmission Prevents osteoporosis	16, 39-41
Iron (Fe)	mg/day	8-10	8-10	Necessary for proper function of both the innate and adaptive immune system Prevents anemia and is also involved in immune, cognitive and muscle function	16, 18, 40, 42
Copper (Cu)	mg/day	1.3-1.5	1.3-1.5	Essential cofactor for neurotransmitter synthesis and neuroprotection Contributes to protect the immune system and front to osteoporosis, CVD, alterations in cholesterol metabolism and Alzheimer	18, 43-44

CVD: cardiovascular diseases

(Continue in the next page)

**Table IB (Cont.). Bibliographic review: nutrients involved in healthy aging. Optimum intakes, findings related to aging and references**

Nutrient	Units	Women	Men	Findings related to aging	References
Iodine (I)	µg/day	90-150	90-150	Its deficiency is related to thyroid disease and its associated factors as swelling difficulty, dysphagia, dysphonia, or pain	16, 18, 45-46
Zinc (Zn)	mg/day	8-10	10-11	Normal growth and development, neurological function, wound healing and immune function Its deficiency is related to infections, diarrhea, dermatitis and reduced taste acuity	16, 44, 47
Sodium (Na)	mg/day	1,200-2,300	1,200-2,300	Greater intakes are related to CVD Lesser intakes are related to bone disease	18-19, 48-49
Phosphorus (P)	mg/day	700	700	It is associated with maintenance of the musculoskeletal system	15, 50-51
Selenium (Se)	µg/day	50-70	50-70	Its deficiency is related to poor muscle strength, immune function and cognitive decline	18, 52-53
Thiamine (B1)	mg/day	1.8	1.8	Necessary for proper energy production, nervous transmission, as well as the production of myelin for nerve conduction	18, 40, 55
Riboflavin (B2)	mg/day	1.5	1.5	Its deficiency is related to some types of cancer and CVD	15, 56
Pyridoxine (B6)	mg/day	1.5	1.7	Lower intakes are related to dementia, Alzheimer, vascular diseases and depression	15, 57-59
Folic acid (B9)	µg/day	300-400	300-400	Positive association with cognitive function and negative association with dementia, Alzheimer, vascular diseases, anemia and depression	18-19, 57, 60
Cobalamin (B12)	µg/day	2.4-2.5	2.4-2.5	Positive association with cognitive function Lower intakes are related to dementia, Alzheimer, vascular diseases, anemia, decreased muscle strength and functional disability	15, 18, 60-61
Ascorbic acid (C)	mg/day	75-200	90-200	Protective for muscle loss Neutralizes the excess of free radicals, preventing cancer, autoimmune disorders, cataract, rheumatoid arthritis and cardiovascular and neurodegenerative diseases	15, 18, 62-63
Retinol (A)	µg/day	700	900	Neutralizes the excess of free radicals, preventing cancer, autoimmune disorders, cataract, rheumatoid arthritis and cardiovascular and neurodegenerative diseases	15, 40, 62
Calciferol (D)	µg/day	15	15	Prevents from skeletal muscle loss and improves regeneration Its deficiency is related to muscle weakness, CVD, neurocognitive dysfunction, common cancers and metabolic syndrome	58, 63-65
Tocopherol (E)	mg/day	15	15	Protective for muscle loss It also neutralizes the excess of free radicals, preventing cancer, autoimmune disorders, cataract, rheumatoid arthritis and cardiovascular and neurodegenerative diseases.	15, 62-63
Vitamin K	µg/day	90	120	Prevents osteoporosis by regulating the bone mineralization process It is also related to cognition maintenance	15, 40, 66

CVD: cardiovascular diseases.

**Table II. Design of the Healthy Ageing Diet Index (HADI)**

Nutrient	Criteria (15-19)	Scoring
Dietary fiber	20-35 g	1
Folates	300-1,000 µg	1
Calcium	1,000-1,300 µg	1
Sodium	1,200-2,800 mg	1
Vitamin D	5-10 µg	1
Total fat*	15-35% total daily energy consumed	1
Saturated fatty acids	< 10% total daily energy consumed	1
Monounsaturated fatty acids	> 15% total daily energy consumed	1
Essential fatty acids n-6 <sup>†</sup>	2-3% total daily energy consumed	1
Essential fatty acids n-3	1-2% total daily energy consumed	1
Cholesterol	< 300 mg	1
Total proteins*	0.8-1.5 g/kg	1
Simple sugars*	< 10% total daily energy consumed	1
Liquids	> 1,500 ml	1
Optimal score		14 points

\*1 g of fat = 9 kcal; each gram of protein equals 4 kcal; each gram of sugars equals 4 kcal. <sup>†</sup>Measured as linolenic acid.

The scores obtained for the modified MDS (which measures adherence to the Mediterranean diet) were 4.46/9 and 4.13/9 in samples 1 and 2, respectively. These results point to a higher

degree of adherence to the Mediterranean diet of metropolitan participants compared to rural participants. This result was not statistically significant (p-value = 0.07).

The behavior of HADI is similar to that of the previously evaluated indexes, since the scores obtained were 6.24/14 and 6.10/14 in samples 1 and 2, respectively, also obtaining sample 2 the lowest score.

**DISCUSSION**

The index proposed in this study (HADI) measures the adequacy of nutrients and diet for a healthy aging, and also takes into account the adequacy of nutrient intake for this purpose.

According to the scores obtained in all the assessed indexes, participants of both samples poorly meet the nutritional requirements to achieve a healthy aging. For this reason, the results obtained with the HADI, especially designed for healthy aging, showed the same behavior as the general nutritional indexes, obtaining 46.1% and 43.6% in samples 1 and 2, respectively. When comparing this result with the rest of indexes for samples 1 and 2, the AHEI obtained 35% and 35.8%, respectively; the HDI, 27.9% and 27.1%, respectively; the DQI, 40.8% and 40.1%, respectively; and the dietary index MDSmod reached the highest result, with 49.5% and 45.9%, respectively. Sample 2 scored lower on all indexes. Comparing it with the scores obtained by sample 1, it would be indicating the existence of a diet farther from the optimal point in relation to the adequacy of the diet for healthy aging.

Those results do not differ substantially from other studies conducted outside and within Europe, where the AHEI scores presented are generally low. In a study carried out among 71,495 women

**Table III. Summary of indexes results (12,13)**

Index	Target population	Outcome measure	Score range	Average score (CI 95%) % of maximum score (CI 95%)		t-test (p-value)
				Sample 1	Sample 2	
HADI	Mediterranean elderly	Social and health care services	0-14*	6.45 (6.09-6.82) 46.1 (43.5-48.7)	6.10 (5.70-6.51) 43.6 (40.7-46.5)	0.21
		Chronic diseases				
		Autonomy level/functional Limitations				
		Disability				
MDSmod	European elderly	Cardiovascular disease	0-9*	4.46 (4.21-4.71) 49.6 (46.7-52.3)	4.13 (3.87-4.39) 45.9 (43.0-48.8)	0.07
		Chronic diseases				
		Mortality				
AHEI	Adults	Chronic disease risk	0-90*	31.52 (30.37-32.68) 35.02 (37.7-36.3)	32.22 (30.94-33.49) 35.8 (34.4-37.2)	0.43
HDI	Adults and elderly	Biomarkers	0-9*	2.51 (2.37-2.64) 27.9 (26.3-29.3)	2.44 (2.28-2.59) 27.1 (25.3-28.8)	0.47
		Mortality				
DQI	Adults and elderly	Biomarkers	0-16 <sup>†</sup>	9.47 (9.26-9.67) 59.2 (57.9-60.4)	9.58 (9.26-9.90) 59.9 (57.9-61.9)	0.55
		Mortality				

\*The higher the score the better the score is. <sup>†</sup>The higher the score the worse the score is.

and 41,029 men in the USA, the average AHEI values were 52.9% and 58.2%, respectively (67). The AHEI showed similar results in the United Kingdom after being applied to a large sample of the population (68). In the United States and Canada, the DQI obtained 51.8% of the maximum score and the HDI did not reach 39% (69). However, other studies offer results in another direction, with scores for this same index which are much higher. In an extensive review developed by Fernandes et al. in 2015 (70), which included eleven international studies, the AHEI scores varied from 56.7% to 96.3%. In the Spanish study analyzed in this review, the AHEI was calculated to 29,478 people and the subset of older people obtained the highest scores (average of 85.7%), with significant differences with respect to the other age groups (71).

In relation to specific indexes to evaluate the Mediterranean diet, such as the MDSmod, adherence to the pattern is usually higher in Spain among women, the elderly and among the more physically active participants (72). It is possible to find studies in the literature reporting an inverse trend for other European countries with different dietary patterns such as Sweden (73).

It is recognized that nutritional indexes are useful and validated tools to assess the quality of the diet of populations (12,13,71). The differences in the scores presented in different publications indicate quite clearly that the scores obtained in the different dietary indexes depend on the dietary patterns of the geographical area where they have been applied and other factors related to the fulfilment of a healthy life, some of which have been analyzed in this study.

Concerning the results shown in terms of demographic variables, our results are coincident with previous studies. The direct relationship between the best socioeconomic status in metropolitan areas and diet has been described in the literature as a general trend in developed countries (74).

Our review has identified nutrients directly involved in diseases related to aging. As far as the authors of this publication are aware, this complete collection of nutrients, which includes their attributes in healthy aging, has not been found in other studies nor has it been used in the design of validated nutritional indexes. This collection of nutrients adds useful evidence for the design of diets that allow healthy aging. The new index proposed in this study (HADl) is a tool of specific nutritional measurement in populations of advanced ages with risk of disability.

This study has some limitations. The data on exposure (nutritional data) and the effects analyzed in this study (diseases associated with aging) were collected at the same time and, therefore, it is not possible to rule out inverse causality by not being able to determine a temporal sequence between causes and effects. However, significant associations have been found that give us clues to start up studies with epidemiological designs that allow establishing causal relationships. Therefore, further research is needed with other epidemiological designs (cohorts or case-control studies) to determine the causal relationships between the nutrients that are part of the diet and healthy aging.

## REFERENCES

1. World Health Organization (WHO). Healthy ageing requires a life-course approach. Geneva: WHO; 2015. Accessed on March 14th, 2017. Available from: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/Life-stages/healthy-ageing/news/news/2015/09/healthyageing-requires-a-life-course-approach>
2. Kuh D, Karunanathan S, Bergman H, Cooper R. A life-course approach to healthy ageing: maintaining physical capability. *Proc Nutr Soc* 2014;73(2): 237-48.
3. Zaidi A. The active ageing index (AAI) 2012-2015. *The Future of Welfare in a Global Europe*; 2015. pp. 221-38.
4. Eagappan K, Sasikumar S. Functional nutrition is a detrimental factor in biological aging. *Int J Pharm Sci Rev Res* 2015;32(1):153-61.
5. Mak TN, Caldeira S. The role of nutrition in active and healthy ageing. For prevention and treatment of age-related diseases: evidence so far. *JCR Science and policy reports*. European Commission; 2014. Accessed on January 8th, 2017. Available from: <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/role-nutrition-active-and-healthy-ageing-prevention-and-treatment-age-related-diseases>
6. Shearer J, Graham TE, Skinner TL. Nutra-ergonomics: influence of nutrition on physical employment standards and the health of workers. *Appl Physiol Nutr Metab* 2016;41(6):S165-S174.
7. Strang S, Hoerber C, Uhl O, Koletzko B, Münte TF, Lehnert H, et al. Impact of nutrition on social decision making. *Proc Natl Acad Sci USA* 2017;114(25):6510-4.
8. Lihoreau M, Buhl J, Charleston MA, Sword GA, Raubenheimer D, Simpson SJ. Nutritional ecology beyond the individual: a conceptual framework for integrating nutrition and social interactions. *Ecol Lett* 2015;18(3):273-86.
9. Smith AP. The concept of well-being: Relevance to nutrition research. *Br J Nutr* 2005;93(SUPP):S1-S5.
10. Solfrizzi V, D'Introno A, Colacicco AM, Capurso C, Del Parigi A, Capurso S, et al. Dietary fatty acids intake: possible role in cognitive decline and dementia. *Exp Gerontol* 2005;40(4):257-70.
11. Zbeida M, Goldsmith R, Shimony T, Yardi H, Naggan L, Shahar DR. Mediterranean diet and functional indicators among older adults in non-Mediterranean and Mediterranean countries. *J Nutr Health Aging* 2014;18(4):411-8.
12. Gil Á, De Victoria EM, Olza J. Indicators for the evaluation of diet quality. *Nutr Hosp* 2015;31:128-44.
13. Wajers PMCM, Feskens EJM, Ocké MC. A critical review of predefined diet quality scores. *Br J Nutr* 2007;97(2):219-31.
14. Fernández-Ballart JD, Piñol 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. *Br J Nutr* 2010;103(12):1808-16.
15. Aranceta J, Serra-Majem L. Objetivos nutricionales para la población española. Consenso de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria 2011. *Rev Esp Nutr Comun* 2011;17(4):178-99.
16. Otten JJ, Hellwig JP, Meyers LD. Dietary reference intakes: the essential guide to nutrient requirements. Washington: The National Academies Press; 2006.
17. Rubio MA. Manual de alimentación y nutrición en el anciano. Barcelona: MASSON; 2002.
18. Serrano M, Cervera P, López C, Ribera JM, Sastre A. Guía de la alimentación para personas mayores. Madrid: ERGON; 2010.
19. FESNAD. Dietary reference intakes (DRI) for the Spanish population. *Act Diet* 2010;14(4):196-7.
20. Manz F, Wentz A, Armstrong L. The importance of good hydration for the prevention of chronic diseases. *Nutr Rev* 2005;63(6 II):S2-S5.
21. Cannella C, Savina C, Donini LM. Nutrition, longevity and behaviour. *Arch Gerontol Geriatr* 2009;49(Suppl 1):19-27.
22. Ferreira MP, Weems MKS. Alcohol consumption by aging adults in the United States: health benefits and detriments. *J Am Diet Assoc* 2008;108(10):1668-76.
23. Paganini-Hill A. Lifestyle practices and cardiovascular disease mortality in the elderly: The Leisure World Cohort study. *Cardiol Res Pract* 2011;1(1).
24. Deutz NEP, Bauer JM, Barazzoni R, Biolo G, Boirie Y, Bosy-Westphal A, et al. Protein intake and exercise for optimal muscle function with aging: recommendations from the ESPEN Expert Group. *Clin Nutr* 2014;33(6):929-36.
25. Bauer J, Biolo G, Cederholm T, Cesari M, Cruz-Jentoft A, 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(8):542-59.

26. Liu S, Willett WC, Stampfer MJ, Hu FB, Franz M, Sampson L, et al. A prospective study of dietary glycemic load, carbohydrate intake, and risk of coronary heart disease in US women. *Am J Clin Nutr* 2000;71(6):1455-61.
27. Buil-Cosiales P, Toledo E, Salas-Salvadó J, Zazpe I, Farràs M, Basterra-Gortari FJ, et al. Association between dietary fibre intake and fruit, vegetable or whole-grain consumption and the risk of CVD: results from the PREVENCIÓN con Dieta MEDiterránea (PREDIMED) trial. *Br J Nutr* 2016;116(3):534-46.
28. Solfrizzi V, Panza F, Frisardi V, Seripa D, Logroscino G, Imbimbo BP, et al. Diet and Alzheimer's disease risk factors or prevention: the current evidence. *Expert Rev Neurother* 2011;11(5):677-708.
29. Shi A, Tao Z, Wei P, Zhao J. Epidemiological aspects of heart diseases (review). *Exp Ther Med* 2016;12(3):1645-50.
30. Pitchumoni CS, Ghidry FY. Dietary fibre in health and disease. In: *Geriatric Gastroenterology*. New York: Springer; 2012. pp. 197-203.
31. Ruxton CHS, Derbyshire E, Toribio-Mateas M. Role of fatty acids and micronutrients in healthy ageing: a systematic review of randomised controlled trials set in the context of European dietary surveys of older adults. *J Hum Nutr Diet* 2016;29(3):308-24.
32. Janssen CIF, Kiliaan AJ. Long-chain polyunsaturated fatty acids (LCPUFA) from genesis to senescence: the influence of LCPUFA on neural development, aging, and neurodegeneration. *Prog Lipid Res* 2014;53(1):1-17.
33. Rondanelli M, Faliva M, Monteferrario F, Peroni G, Repaci E, Allieri F, et al. Novel insights on nutrient management of sarcopenia in elderly. *Biomed Res Int* 2015;2015:52494.
34. 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. *Arch Intern Med* 2009;169(7):659-69.
35. Das UN. Essential fatty acids and their metabolites could function as endogenous HMG-CoA reductase and ACE enzyme inhibitors, anti-arrhythmic, anti-hypertensive, anti-atherosclerotic, anti-inflammatory, cytoprotective, and cardioprotective molecules. *Lipids Health Dis* 2008;7:37.
36. Wallin A, Di Giuseppe D, Orsini N, Patel PS, Forouhi NG, Wolk A. Fish consumption, dietary long-chain n-3 fatty acids, and risk of type 2 diabetes: systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Diabetes Care* 2012;35(4):918-29.
37. Okuyama H, Ichikawa Y, Sun Y, Hamazaki T, Lands WEM. Prevention of coronary heart disease: from the cholesterol hypothesis to [omega] 6/[omega] 3 balance. Basel: Karger; 2007.
38. Abate G, Marziano M, Rungtawanachit W, Memo M, Uberti D. Nutrition and AGE-ing: focusing on Alzheimer's disease. *Oxid Med Cell Longevity* 2017;2017:7039816. DOI: 10.1155/2017/7039816
39. Bauer DC. Calcium supplements and fracture prevention. *New Engl J Med* 2013;369(16):1537-43.
40. Montgomery SC, Streit SM, Beebe ML, Maxwell IV PJ. Micronutrient needs of the elderly. *Nutr Clin Pract* 2014;29(4):435-44.
41. EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA). Scientific opinion on the tolerable upper intake level of calcium. *EFSA J* 2012;10(7):2814.
42. Dao MC, Meydani SN. Iron biology, immunology, aging, and obesity: Four fields connected by the small peptide hormone hepcidin. *Adv Nutr* 2013;4(6):602-17.
43. Danzeisen R, Araya M, Harrison B, Keen C, Solioz M, Thiele D, et al. How reliable and robust are current biomarkers for copper status? *Br J Nutr* 2007;98(4):676-83.
44. Ward RJ, Dexter DT, Crichton RR. Chelating agents for neurodegenerative diseases. *Curr Med Chem* 2012;19(17):2760-72.
45. Rehman SU, Ahmed MM, Hutchison FN. Goiter in the elderly: the role of iodine. In: *Comprehensive handbook of iodine*. London: Elsevier; 2009. pp. 323-9.
46. Ceresini G, Ceda GP, Lauretani F, Maggio M, Usberti E, Marina M, et al. Thyroid status and 6-year mortality in elderly people living in a mildly iodine-deficient area: the aging in the Chianti Area Study. *J Am Geriatr Soc* 2013;61(6):868-74.
47. Bogden JD. Influence of zinc on immunity in the elderly. *J Nutr Health Aging* 2004;8(1):48-54.
48. Safar ME, Benetos A. Factors influencing arterial stiffness in systolic hypertension in the elderly: Role of sodium and the renin-angiotensin system. *Am J Hypertens* 2003;16(3):249-58.
49. Negri AL, Ayus JC. Hyponatremia and bone disease. *Rev Endocr Metab Disord* 2017;18(1):67-78. DOI: 10.1007/s11154-016-9387-7.
50. Heaney RP. Constructive interactions among nutrients and bone-active pharmacologic agents with principal emphasis on calcium, phosphorus, vitamin D and protein. *J Am Coll Nutr* 2001;20:403S-9S.
51. Sharkey JR, Giuliani C, Haines PS, Branch LG, Busby-Whitehead J, Zohoori N. Summary measure of dietary musculoskeletal nutrient (calcium, vitamin D, magnesium, and phosphorus) intakes is associated with lower-extremity physical performance in homebound elderly men and women. *Am J Clin Nutr* 2003;77(4):847-56.
52. Lauretani F, Semba RD, Bandinelli S, Ray AL, Guralnik JM, Ferrucci L. Association of low plasma selenium concentrations with poor muscle strength in older community-dwelling adults: the InCHIANTI Study. *Am J Clin Nutr* 2007;86(2):347-52.
53. Rayman MP. Selenium and human health. *Lancet* 2012;379(9822):1256-68.
54. Cardoso BR, Cominetti C, Cozzolino SMF. Importance and management of micronutrient deficiencies in patients with Alzheimer's disease. *Clin Interv Aging* 2013;8:531-42.
55. Morris MC, Schneider JA, Tangney CC. Thoughts on B-vitamins and dementia. *J Alzheimers Dis* 2006;9(4):429-33.
56. Tavares NR, Moreira PA, Amaral TF. Riboflavin supplementation and biomarkers of cardiovascular disease in the elderly. *J Nutr Health Aging* 2009;13(5):441-6.
57. Seshadri S, Beiser A, Selhub J, Jacques PF, Rosenberg IH, D'Agostino RB, et al. Plasma homocysteine as a risk factor for dementia and Alzheimer's disease. *New Engl J Med* 2002;346(7):476-83.
58. Jannusch K, Jockwitz C, Bidmon H, Moebus S, Amunts K, Caspers S. A complex interplay of vitamin B1 and B6 metabolism with cognition, brain structure, and functional connectivity in older adults. *Front Neurosci* 2017;11.
59. EFSA. Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA). Scientific opinion on the substantiation of health claims related to vitamin B6 and contribution to normal homocysteine metabolism (ID 73, 76, 199), maintenance of normal bone (ID 74), maintenance of normal teeth (ID 74), maintenance of normal hair (ID 74), maintenance of normal skin (ID 74), maintenance of normal nails (ID 74), contribution to normal energy-yielding metabolism (ID 75, 214), contribution to normal psychological functions (ID 77), reduction of tiredness and fatigue (ID 78), and contribution to normal cysteine synthesis (ID 4283) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006. *EFSA J* 2010;8(10):1759.
60. Ogawa S. Nutritional management of older adults with cognitive decline and dementia. *Geriatr Gerontol Int* 2014;14(Suppl 2):17-22.
61. Oberlin BS, Tangney CC, Gustashaw KA, Rasmussen HE. Vitamin B12 deficiency in relation to functional disabilities. *Nutrients* 2013;5(11):4462-75.
62. Pham-Huy LA, He H, Pham-Huy C. Free radicals, antioxidants in disease and health. *Int J Biomed Sci* 2008;4(2):89-96.
63. Welch AA. Nutritional influences on age-related skeletal muscle loss. *Proc Nutr Soc* 2014;73(1):16-33.
64. Makariou S, Liberopoulos EN, Elisaf M, Challa A. Novel roles of vitamin D in disease: what is new in 2011? *Eur J Intern Med* 2011;22(4):355-62.
65. Domingues-Faria C, Vasson M, Goncalves-Mendes N, Boirie Y, Walrand S. Skeletal muscle regeneration and impact of aging and nutrition. *Ageing Res Rev* 2016;26:22-36. DOI: 10.1016/j.arr.2015.12.004.
66. Presse N, Belleville S, Gaudreau P, Greenwood CE, Kergoat MJ, Morais JA, et al. Vitamin K status and cognitive function in healthy older adults. *Neurobiol Aging* 2013;34(12):2777-83.
67. Chiuev SE, Fung TT, Rimm EB, Hu FB, McCullough ML, Wang M, et al. Alternative dietary indices both strongly predict risk of chronic disease. *J Nutr* 2012;142(6):1009-18.
68. Mertens E, Markey O, Geleijnse JM, Lovegrove JA, Givens DI. Adherence to a healthy diet in relation to cardiovascular incidence and risk markers: evidence from the Caerphilly Prospective Study. *Eur J Nutr* 2018;3(3):1245-58. DOI: 10.1007/s00394-017-1408-0
69. Dubois L, Girard M, Bergeron N. The choice of a diet quality indicator to evaluate the nutritional health of populations. *Public Health Nutr* 2000;3(3):357-65.
70. Fernandes DPS, Ribeiro AQ, Duarte MSL, Franceschini SCC. Systematic review of healthy eating indexes in adults and elderly: applicability and validity. *Nutr Hosp* 2015;32(2):510-6.
71. Norte AI, Ortiz R. Spanish diet quality according to the healthy eating index. *Nutr Hosp* 2011;26(2):330-6.
72. Sánchez-Villegas A, Bes-Rastrollo M, Martínez-González M, 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(2):350-8.
73. Tektonidou TG, Åkesson A, Gigante B, Wolk A, Larsson SC. A Mediterranean diet and risk of myocardial infarction, heart failure and stroke: a population-based cohort study. *Atherosclerosis* 2015;243(1):93-8.
74. Beck KL, Jones B, Ullah I, McNaughton SA, Haslett SJ, Stonehouse W. Associations between dietary patterns, socio-demographic factors and anthropometric measurements in adult New Zealanders: an analysis of data from the 2008/09 New Zealand Adult Nutrition Survey. *Eur J Nutr* 2018;57(4):1421-33. DOI: 10.1007/s00394-017-1421-3.



## Trabajo Original

Nutrición en el anciano

### Alzheimer's disease: nutritional status and cognitive aspects associated with disease severity

*Enfermedad de Alzheimer: estado nutricional y sus relaciones con los aspectos cognitivos y la gravedad de la enfermedad*

Tamires Barbosa Nascimento dos Santos<sup>1</sup>, Lineu Corrêa Fonseca<sup>2</sup>, Glória Maria de Almeida Souza Tedrus<sup>2</sup> and Julia Laura Delbue Bernardi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Nutritionist. Master's degree in Health Sciences. <sup>2</sup>Professor of the Graduate Program in Health Sciences. <sup>3</sup>Professor of the School of Nutrition. Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas). Campinas-SP, Brazil

#### Abstract

**Introduction:** Alzheimer's pathology is a neurodegenerative disease characterized by cognitive impairment and functional disability that causes progressive restrictions in daily activities. The present study associates nutritional status with cognitive and clinical aspects of the elderly with mild, moderate and severe Alzheimer's disease (AD).

**Methods:** data from the Mini Nutritional Assessment (MNA), bioelectrical impedance (BIA), anthropometric measurements, and physical activity indicators were associated with clinical and cognitive aspects of 43 elderly patients with AD. The data were compared to a paired control group (NC) (n = 51) at a significance level of  $p < 0.05$ .

**Results:** elderly patients with AD presented lower cognitive performance, higher risk of malnutrition ( $p = 0.001$ ), lower weight (t-test,  $p = 0.017$ ) and body mass index (BMI) ( $p = 0.006$ ), and higher sedentarity (Chi-square,  $p = 0.040$ ) when compared with the NC. The elderly with AD presented significant reduction in lean body mass (LM) and increased fat mass (FM). As dementia progresses, significant impairment of nutritional indicators is observed. Elderly patients with severe AD present lower weight, BMI, MNA scores and increased body fat mass index and fat mass when compared with those with mild/moderate AD. A correlation was observed between better cognitive performance and weight, BMI, calf circumference and triceps skinfold thickness.

**Conclusion:** elderly patients with AD present high sedentarity, risk of malnutrition, lower weight, BMI and LM, and increased FM. There was progressive impairment of nutritional status and cognition as the disease progressed. There is an association between the nutritional variables and cognitive aspects.

#### Key words:

Alzheimer's disease.  
Nutritional indicators.  
Anthropometry.  
Mini Nutritional Assessment.

#### Resumen

**Introducción:** la enfermedad de Alzheimer (EA) es una enfermedad neurodegenerativa caracterizada por incapacidad funcional, generalmente progresiva y con restricciones en la vida diaria. El objetivo de este estudio es valorar la asociación entre el estado nutricional y los aspectos cognitivos y clínicos en las personas mayores con EA leve, moderada y grave.

**Métodos:** se relacionaron los datos del Mini Nutritional Assessment (MNA), la impedancia bioeléctrica (BIA), las medidas antropométricas y los indicadores de actividad física con los aspectos clínicos y cognitivos de 43 personas mayores con EA. Los datos se compararon a los de un grupo control (GC) pareado de 51 individuos, con un nivel de significación  $p < 0,05$ .

**Resultados:** las personas mayores con EA tuvieron peores resultados en la evaluación cognitiva, un mayor riesgo de desnutrición (Mann-Whitney test;  $p = 0,001$ ), menor peso (t test;  $p = 0,017$ ) y menor índice de masa corporal (IMC) ( $p = 0,006$ ), aunque un mayor sedentarismo ( $\chi^2$ ;  $p = 0,040$ ), en comparación al GC. Las personas mayores con EA presentan, de manera significativa, menores medidas de masa magra (MM) y mayores medidas de masa grasa (MG). Según evoluciona la demencia los indicadores nutricionales empeoran. Las personas mayores con EA grave presentan menor peso, IMC y puntuación del MNA, pero mayores índices de masa grasa y masa magra cuando se comparan con los de EA leve y moderado. Hubo una correlación significativa entre un mejor desempeño cognitivo con el peso, IMC y medidas de la circunferencia de la pantorrilla c y el grosor del pliegue tricótipal.

**Conclusión:** las personas mayores con EA son más sedentarias, presentan mayor riesgo de desnutrición, menor peso, IMC y MM, y un aumento de la MG según va empeorando la enfermedad. Hay relación entre las variables nutricionales y los aspectos cognitivos.

#### Palabras clave:

Enfermedad de Alzheimer.  
Indicadores nutricionales.  
Antropometría.  
Mini Nutritional Assessment.

Received: 29/05/2018 • Accepted: 20/08/2018

*Contribution of authors: Tamires Barbosa Nascimento dos Santos was responsible for the data collection and writing of the manuscript. Glória Maria de Almeida Souza Tedrus and Lineu Corrêa Fonseca and Júlia Laura Delbue Bernardi was responsible for the supervision of the data, writing and final approval of the manuscript.*

Santos TBN, Fonseca LC, Tedrus GMAS, Bernardi JLD. Alzheimer's disease: nutritional status and cognitive aspects associated with disease severity. *Nutr Hosp* 2018;35(6):1298-1304

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2067>

#### Correspondence:

Glória M. A. S. Tedrus. Graduate Program in Health Sciences. Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas). Campinas-SP, Brazil  
e-mail: [gmtedrus@uol.com.br](mailto:gmtedrus@uol.com.br)

## INTRODUCTION

Alzheimer's disease (AD) is the leading cause of dementia and it is characterized by insidious, chronic, and usually progressive onset of cognitive and/or behavioral decline associated with cerebral pathological changes that begin in the entorhinal cortex and parahippocampal region, following involvement of the neocortex (1).

Cognitive impairment in AD is characterized by changes in memory, language, praxis, executive functions as well as gradual restrictions in daily activities. It may be associated with nutritional inadequacies, reduced food intake, decreased appetite and perception of taste, which can lead to serious impairment of the individual's health conditions with significant individual and social repercussions (2,3).

Despite the relevance of the subject, there are gaps in the knowledge of the nutritional status in AD and a shortage of data on the moderate and severe stages of the disease. Another relevant aspect that has been poorly studied is the relationship between nutritional variables and cognitive aspects in AD (2,3).

The hypothesis of the study is that progressive changes in the nutritional variables may be associated with greater cognitive impairment and/or severity of dementia.

In view of the increase in the elderly population in Brazil and worldwide as well as the high prevalence and incidence of dementia diseases, the aim of this study was to assess the nutritional status of the elderly with mild, moderate, and severe AD and to associate it with cognitive aspects and disease severity.

## METHODS

### PARTICIPANTS

This is a cross-sectional, prospective and observational study involving 43 elderlies (65.1% women) above the age of 65 years who were diagnosed with AD according to the criteria of the Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (4), the National Institute of Neurological and Communicative Disorders and Stroke and Alzheimer's disease and Related Disorders Association (1) in accordance with the recommendations of the National Consensus criteria for the diagnosis of probable AD (5). The elderlies were attended at the neurology outpatient clinic of a teaching hospital in the state of São Paulo, Brazil. The author LCF was responsible for diagnosing AD.

All participants and/or guardians signed the informed consent, which was prepared according to the Declaration of Helsinki in 2013, after they were informed of the ethical and methodological aspects of the research. The study was approved by the Human Research Ethics Committee of PUC-Campinas.

Exclusion criteria included the presence of other serious diseases that caused life expectancy reduction, inability to respond to the instruments of cognitive assessment, impossibility of perform anthropometric measurements, or cardiac pacemaker implantation.

The normal control group (NC) consisted of 51 individuals (72.5% women) with no history of cognitive decline or prior neurological or psychiatric disorders, matched for age, educational and sociodemographic levels.

## STUDY PROTOCOL

### Clinical, cognitive, and physical activity assessment

- *Neurological and cognitive assessments*: an objective interview with the patient and informant, analysis of routine laboratory exams and application of the following cognitive batteries: Mini-Mental State Examination (MMSE) (6,7), category fluency test (animals in one minute) (animal VF) (8), clock-drawing test (9) and simple memory drawing test (8). The Clinical Dementia Rating (10) was applied for staging the severity of dementia.
- *International physical activity questionnaire - short form (IPAQ-SF)*: instrument used to measure physical activity, estimate time spent on different daily activities and quantify sedentary activities. The total score was as follows: sedentary; irregular physical activity; active; and very active. The IPAQ-SF was adapted and validated in Brazil in 2001 (11).

### Assessment of nutritional status

- *Mini Nutritional Assessment (MNA) (12)*: questionnaire used to detect malnutrition in the elderly that is composed of: screening and global assessment. Maximum scores during screening is 14; a score lower than or equal to 11 indicates possible "malnutrition" and above 12 indicates "no risk of malnutrition". Individuals with possible "malnutrition" are submitted to the global assessment composed of 12 questions. The global assessment differentiates nutritional status into three classifications: a) no risk of malnutrition: MNA  $\geq$  24; b) risk of malnutrition: MNA of 17-23.5; and c) malnutrition: MNA  $<$  17 (13).
- *Anthropometric data*: the following measures and indicators were analyzed: height (cm); weight (kg); body mass index (BMI, kg/m<sup>2</sup>) (14,15); waist circumference (WC, cm) (15-19); calf circumference (CC, cm) (14,16); arm circumference (AC, cm) (15-17); subscapular skinfold (SSF, mm) (16-19); triceps skinfold thickness (TST, mm) (16-19); fat-free mass (FFM, kg) (20); fat-free mass index (FFMI) (20); body fat mass index (BFMI) (20); resistance ( $\Omega$ ) (21); reactance (Xc) (21); and adductor pollicis muscle thickness (APMT, mm) (22). The arm muscle circumference (AMC, cm) (16,18,19) and the circumference of the corrected arm muscle area (AMA, cm<sup>2</sup>) (16,18,23) were calculated using the TST and AC measurements. Reactance, resistance, FFM (kg), FFMI and BFMI were calculated from anthropometric data and bioelectrical impedance analysis (BIA). Measurements were

taken on the right side of the body in triplicate, and mean values were used for analysis. A flexible and inextensible measuring tape, digital weighing scale, vertical stadiometer, and body fat meter (Lange adipometer) were used to collect the data. Data was then calculated and classified according to the technique and criteria established in the literature for the age group and adjusted for gender.

## STATISTICAL ANALYSIS

Continuous variables were expressed as mean, standard deviation and percentiles. Categorical variables were expressed in number of cases (N) and percentage (%).

Pearson's chi-square test was used to compare the categorical variables between the groups. To compare the continuous variables, the Mann-Whitney test or Student's t-test was used, depending on the situation. Analysis of Variance (ANOVA) was used to compare the means of NC with those of the individuals with different stages of AD. Spearman's correlation coefficient was used to analyze the relationship between the numerical variables and absence of normal distribution.

The analyses were performed using the IBM SPSS 22.0 software at a 5% significance level ( $p < 0.05$ ).

## RESULTS

### SOCIODEMOGRAPHIC, CLINICAL, COGNITIVE AND LIFESTYLE ASPECTS

The sociodemographic, clinical, cognitive and lifestyle aspects of the elderly with AD and NC are shown in table I. There was no significant difference in age, education and gender between the groups. The elderly with AD presented significant lower performance in the cognitive assessment when compared to the NC ( $p = 0.000$ ).

In the classification of dementia severity, a discrete predominance of the elderly in the moderate stage of the disease was observed (39.5%), according to the CDR (Table I).

A significant difference related to the practice of physical activities according to the IPAQ-SF, higher sedentarity, and longer "sitting hours/per days in the week" was observed in the elderly group with AD ( $p = 0.040$  and  $p = 0.000$  respectively) (Table I).

### NUTRITIONAL STATUS AND SEVERITY OF AD

A significant difference in the MNA scores (screening and global assessment) suggests higher risk of malnutrition in the elderly with AD when compared to the NC ( $p = 0.000$ ). For question 'A' in the MNA, the elderly with AD complained significantly more about "decreased food intake due to appetite loss, digestive problems, chewing or swallowing difficulties" ( $p = 0.007$ ). The "intake of at least one daily portion of milk or dairy products, two or more

**Table I. Sociodemographic, cognitive and lifestyle aspects of elderly with Alzheimer's disease and the normal control group**

	AD	NC	p
n	43	51	
Age (y) mean $\pm$ SD	80.6 ( $\pm$ 7.0)	78.3 ( $\pm$ 7.9)	0.147 <sup>†</sup>
Education (y)	3.4 ( $\pm$ 2.9)	3.0 ( $\pm$ 2.4)	0.120 <sup>†</sup>
Women	28 (65.1%)	37 (72.5%)	0.437 <sup>‡</sup>
MMSE, mean $\pm$ SD	12.9 ( $\pm$ 5.9)	24.5 ( $\pm$ 3.5)	0.000 <sup>*†</sup>
<i>Simple memory drawing</i>			
Immediate	6 (5-7)	10.0 (0-0.3)	0.000 <sup>§*</sup>
Late	0.5 (0-1.0)	8 (6-8)	0.000 <sup>§*</sup>
Animal VF, mean $\pm$ SD	5.5 ( $\pm$ 3.6)	11.7 ( $\pm$ 5.4)	0.000 <sup>*†</sup>
Clock drawing, mean $\pm$ SD	1.0 (0-3.0)	8 (3-9)	0.000 <sup>§*</sup>
<i>CDR</i>			
Mild	16 (37.2%)		
Moderate	17 (39.5%)		
Severe	10 (23.3%)		
<i>IPAQ-SF</i>			
Sedentarity	26 (60.5%)	20 (39.2%)	0.040 <sup>*†</sup>
Hours sitting/per days in the week	7.3 ( $\pm$ 3.2)	4.4 ( $\pm$ 2.9)	0.000 <sup>*†</sup>

AD: Alzheimer's disease; NC: normal control group; MMSE: Mini-mental state examination score; animal VF: category fluency test; CDR: Clinical Dementia Rating; IPAQ-SF: International physical activity questionnaire. \* $p < 0.05$ .

<sup>†</sup>t-test; <sup>‡</sup>Chi-square; <sup>§</sup>Mann-Whitney U Test.

weekly servings of vegetables or eggs, meat, fish or poultry" ( $p = 0.005$ ) was higher in the elderly with AD (Table II).

The elderly with AD presented significantly lower weight ( $p = 0.017$ ) and BMI ( $p = 0.006$ ) and were more frequently classified as lean/eutrophic ( $p = 0.013$ ), while the NC presented weight excess. The elderly with AD presented lower AC, CC, SSF, AMC and AMA measurements ( $p = 0.013$ ,  $p = 0.021$ ,  $p = 0.001$ ,  $p = 0.004$  and  $p = 0.003$ , respectively) when compared to NC, which reveals depletion of lean mass (LM), indicating protein malnutrition and suggesting loss of muscular reserve associated with the disease (Table III).

The elderly with AD presented significantly lower APMT scores ( $p = 0.0004$ ) and were classified as 'at nutritional risk' when compared to NC, suggesting that muscular depletion is related to the pathophysiology of the disease (Table III).

The indicator of resistance, which is a bioelectrical pattern of inflammatory disease, was higher in the elderly with AD, confirming excessive fat deposition in these individuals (Table III). However, the BIA test did not reveal any significant differences for the reactance measurements between the groups.

The values of the nutritional variables according to the severity of AD are shown in table IV. Body weight ( $p = 0.010$ ), BMI ( $p =$

**Table II.** Values in the Mini Nutritional Assessment (MNA) of elderly with Alzheimer's disease and the normal control group

	AD	NC	p
Screening	n = 43	n = 51	
MNA screening score	11.0 (9.0-12.0)	13.0 (13.0-14.0)	0.000**
Risk of malnutrition - present	32 (74.4%)	5 (9.8%)	0.000**
MNA global evaluation	n = 32	n = 5	
MNA total score	22.5 (19.5-24.4)	24.5 (22.8-26.3)	0.648†
<i>Nutritional status</i>			
– Adequate	10 (31.3%)	3 (60%)	0.000**
– Risk of malnutrition	21 (65.6%)	2 (40%)	
– Malnutrition	1 (3.1%)	0	
Questions	n = 43	n = 51	
A) Intake reduction in the last three months	15 (34.9%)	6 (11.8%)	0.007**
K) Intake of three or more portions	23 (53.5%)	13 (25.5%)	0.005**

AD: Alzheimer's disease; NC: normal control group; MNA: Mini Nutritional Assessment. \*p < 0.05. †Mann-Whitney U Test; \*\*Chi-square.

0.010), BIA and %FFM (p = 0.012) values were lower (p = 0.012), but resistance (p = 0.014) and body fat (p = 0.030) were higher as the disease progressed.

Significant differences were observed when the nutritional variables in the elderly with mild and moderate AD were compared with those in the NC, as follows: lower AMC (p = 0.028), AMA (p = 0.025), SSF (p = 0.012) and APMT 0.001), higher resistance by BIA (p = 0.014) (Table IV).

Nutritional indicators and anthropometric data were lower in the elderly with severe AD when compared to those with mild and moderate AD, which suggests a significant impairment of the nutritional status as the disease progresses (Table IV).

**COGNITIVE ASPECTS AND NUTRITIONAL STATUS**

A significant correlation was observed between weight and WC measurements with the highest total score in MMSE and the clock drawing test (p < 0.05 and p < 0.001) (Table V). A significant positive correlation was observed between the best performance in the clock drawing test and weight, BMI, and TST measurements (p < 0.05 and p < 0.001) (Table V). A significant positive correlation was observed between the best performance in the animal VF (naming of as many animals as possible in 60 seconds) and weight (p < 0.05) (Table V).

These data suggest that better cognitive performance (MMSE, clock drawing test and animal VF) is associated with higher body

**Table III.** Nutritional indicators and anthropometric data of the elderly with Alzheimer's disease and the normal control group

	AD n = 43	NC n = 51	p-value
Weight	62.0 (± 13.2)	67.9 (± 10.5)	0.017**
Height	154.1 (± 9.4)	154.4 (± 8.2)	0.888†
Body mass index	26.0 (± 4.4)	28.6 (± 4.7)	0.006**
<i>BMI: Classification</i>			
Lean/eutrophy	28 (16.3%)	20 (5.9%)	0.013**
Weight excess	15 (34.9%)	31 (60.8%)	
WC (cm)	94.3 (± 11.3)	98.1 (± 10.1)	0.091†
AC (cm)	28.5 (± 4.2)	30.7 (± 4.1)	0.013**
CC (cm)	33.7 (± 3.4)	35.4 (± 3.7)	0.021**
AMC (mm)	227.4 (± 28.9)	244.8 (± 28.6)	0.004**
AMA (cm²)	34.1 (± 10.9)	40.1 (± 11.5)	0.003**
TST (mm)	18.4 (± 8.8)	19.7 (± 7.5)	0.446†
SSF (mm)	16.2 (± 6.2)	20.6 (± 6.0)	0.001**
APMT (mm)	4.2 (3.0-7.1)	7.3 (5.0-9.3)	0.004§*
Resistance	541.5 (± 81.0)	497.2 (± 73.1)	0.006**
Reactance	49.4 (± 10.5)	50.1 (± 11.3)	0.736†
BFMI	33.3 (± 7.3)	31.3 (± 10.7)	0.287†

AD: Alzheimer's disease; NC: normal control group; WC: waist circumference; AC: arm circumference; CC: calf circumference; AMC: arm muscle circumference; AMA: circumference of the corrected arm muscle area; TST: triceps skinfold thickness; SSF: subscapular skinfold; APMT: adductor pollicis muscle thickness. BFMI: body fat mass index. \*p < 0.05; †t-test; ‡Chi-square; §Mann-Whitney U Test.

weight, BMI, and lean body mass. The progression of cognitive disorders (worsening of dementia) leads to increased weight and LM loss.

**DISCUSSION**

The present study is pioneer in our country because it assessed the nutritional indicators of elderly with different stages of AD (mild, moderate and severe), confirming the hypothesis of increased risk of malnutrition, progressive impairment of nutritional variables as the disease progresses, and a relationship between nutritional status and cognitive aspects. We expect that these findings contribute to the treatment and prevention of Alzheimer's disorders.

Concerning physical activity, the research found that a sedentary was higher in the elderly with AD. The practice of physical activities is imperative for health promotion and disease prevention, as there is a positive association between higher cognitive capacity and regular physical activity (24).

**Table IV.** Values of nutritional indicators and anthropometric data of the elderly with Alzheimer's disease (mild, moderate and severe) and comparisons

	AD			AD (mild/ moderate) vs NC	AD (mild/ moderate) vs severe
	Mild (n = 16)	Moderate (n = 17)	Severe (n = 10)		
MAN – screening	10.8 (1.34)	10.4 (1.4)	8.6 (1.9)	0.154 <sup>†</sup>	0.002 <sup>†*</sup>
MAN – total score	23.6 (2.6)	23.1 (2.3)	19.6 (2.7)	0.154 <sup>†</sup>	0.002 <sup>†*</sup>
Weight	63.7 (14.0)	63.7 (12.4)	52.7 (9.8)	0.223 <sup>†</sup>	0.010 <sup>†*</sup>
BMI	27.0 (4.2)	27.0 (4.2)	22.6 (3.7)	0.100 <sup>†</sup>	0.005 <sup>†*</sup>
WC	95.0 (12.2)	94.7 (11.3)	90.1 (10.3)	0.306 <sup>†</sup>	0.177 <sup>†</sup>
AC	29.2 (4.7)	29.1 (3.8)	26.0 (3.0)	0.135 <sup>†</sup>	0.029 <sup>†*</sup>
AMC	230.8 (33.6)	228.0 (26.4)	218.0 (24.3)	0.028 <sup>**</sup>	0.245 <sup>†</sup>
AMA	36.0 (12.0)	34.1 (9.1)	30.3 (7.6)	0.025 <sup>**</sup>	0.183 <sup>†</sup>
CC	34.0 (3.4)	34.3 (3.2)	31.5 (3.0)	0.179 <sup>†</sup>	0.018 <sup>†*</sup>
TST	19.6 (7.9)	20.0 (10.3)	13.4 (5.7)	0.905 <sup>†</sup>	0.040 <sup>†*</sup>
SSF	17.4 (5.8)	16.6 (6.9)	13.4 (5.4)	0.012 <sup>**</sup>	0.113 <sup>†</sup>
APMT	6.0 (3.1)	4.4 (1.7)	5.8 (3.4)	0.001 <sup>**</sup>	0.554 <sup>†</sup>
Resistance	535.9 (80.2)	548.2 (72.5)	550.1 (99.5)	0.014 <sup>**</sup>	0.707 <sup>†</sup>
Reactance	50.4 (9.6)	48.2 (6.6)	49.6 (16.6)	0.715 <sup>†</sup>	0.939 <sup>†</sup>
FFM (kg)	41.0 (9.9)	38.6 (7.9)	36.0 (8.2)	0.157 <sup>†</sup>	0.242 <sup>†</sup>
FFMI	62.3 (7.1)	60.6 (5.9)	68.0 (8.9)	0.474 <sup>†</sup>	0.012 <sup>**</sup>
FM (%)	37.7 (7.1)	39.3 (5.9)	32.0 (8.0)	0.574 <sup>†</sup>	0.012 <sup>**</sup>
Body fat (%)	34.0 (7.2)	35.6 (5.9)	29.0 (7.8)	0.116 <sup>†</sup>	0.030 <sup>**</sup>

AD: Alzheimer's disease; NC: normal control group; MNA: Mini Nutritional Assessment; BMI: body mass index; WC: waist circumference; AC: arm circumference; AMC: arm muscle circumference; AMA: circumference of the corrected arm muscle area; CC: calf circumference; TST: triceps skinfold thickness; SSF: subscapular skinfold; APMT: adductor pollicis muscle; FFM: fat-free mass; FM: Fat mass. \* $p < 0.05$ . <sup>†</sup>Mann-Whitney U Test; <sup>††</sup>t-test.

**Table V.** Correlations between performance in MMSE, clock drawing test and animal VF with nutritional indicators and anthropometric data of the elderly with Alzheimer's disease

	MMSE	Clock drawing	Animal VF
Weight	0.303*	0.335*	0.312*
BMI	0.284	0.355*	0.255
WC	0.126	0.179	0.117
AC	0.192	0.297	0.092
AMC	0.136	0.098	0.110
AMA	0.137	0.124	0.075
CC	0.370*	0.409 <sup>†</sup>	0.196
TST	0.223	0.430 <sup>†</sup>	0.042
SSF	0.171	0.255	0.135
APMT	-0.168	-0.162	-0.013

MMSE: Mini-mental state examination score; animal VF: category fluency test; IMC: BMI: body mass index; WC: waist circumference; AC: arm circumference; AMC: arm muscle circumference; AMA: circumference of the corrected arm muscle area; CC: calf circumference; TST: triceps skinfold thickness; SSF: subscapular skinfold; APMT: adductor pollicis muscle. Spearman's correlation. \* $p < 0.05$ ; <sup>†</sup> $p < 0.001$ .

## NUTRITIONAL STATUS AND CLINICAL ASPECTS

A high risk of malnutrition was observed, which is possibly related to the pathophysiological mechanisms of the disease. Similar data are described in other studies in elderly with cognitive impairment (3,25,26).

The elderly with AD presented lower weight and BMI than the NC. Weight loss in AD is frequent and it occurs in approximately 40% of cases, in addition to several other factors involved in the pathophysiology such as increased energy needs, absorption disturbances, nutritional inadequacies, and low food intake (3,26,27). However, there is still no consensus in the literature about these mechanisms.

The LM evaluation revealed greater loss of muscular reserve and AC, AMA, AMC and APMT measurements in the elderly with AD, like the findings of other studies (28). In our literature review, we did not find any studies assessing APMAT in AD. Like other studies (29), higher resistance in the bioelectrical impedance evaluation was observed in the elderly with AD, which indicates low body cell mass.

We observed a progressive risk of malnutrition as the severity of AD increased, suggesting a greater trend of malnutrition in the

more severe stages of the disease, which is in accordance with the findings of other studies (27,30).

Greater impairment of the nutritional indicators, lower weight, BMI, AC, CC and TST measurements, and increased fat mass were observed in the elderly with severe AD when compared to those with mild and moderate AD.

Progressive weight and BMI loss suggest that the worsening of the disease is a risk factor for weight loss. Other studies reported reduction in BMI in the severe stage of AD when compared to the mild and moderate stages of the disease when analyzing patients in the three stages of the disease (27,30). Weight loss can occur at all stages of AD and even before the onset of cognitive complaint, which is the marker of incipient dementia (26).

As the disease progresses, in the comparison with the elderly with mild/moderate AD and those with severe AD, there was depletion of LM (AC and CC), reduction of body fat (%) and subcutaneous adipose tissue, and higher FFMI values, possibly associated to the pathophysiological mechanisms of the disease, which were similar to the findings reported in the literature (27,29,30).

## NUTRITIONAL STATUS AND COGNITIVE VARIABLES

The best cognitive performance was correlated with higher weight, increase in lean mass reserve and fat mass, suggesting that there is a correlation between better cognitive performance, nutritional status, and increased LM and FM. In a study that assessed women with dementia, worse cognitive status was reported as lean mass loss increased (28). Previous studies have described a positive relationship between LM and cognition in healthy elderly people (31). In middle-aged adults, the relationship between the presence of central adiposity and lower cognitive performance in almost all domains and increased risk of dementia is acknowledged, however, in the elderly, there is no clear evidence of this association (32-34).

## CONCLUSION

Elderly people with AD are more sedentary, present higher risk of malnutrition, lower weight and BMI, reduced LM and increased FM. Progressive impairment of nutritional indicators as the disease progressed and poorer relationship between nutritional variables and cognitive performance were observed.

## REFERENCES

- Mckhann G, Drachman D, Folstein M, Katzman R, Price D, Stadlan EM. Clinical diagnosis of Alzheimer's disease: Report of the NINCDS-ADRDA Work Group under the auspices of Department of Health and Human Services Task Force on Alzheimer's disease. *Neurology* 1984;34:939-44.
- Clare L, Linden DE, Woods RT, Whitaker R, Evans SJ, Parkinson CH, et al. Goal-oriented cognitive rehabilitation for people with early-stage Alzheimer disease: a single-blind randomized controlled trial of clinical efficacy. *Am J Geriatr Psychiatry* 2010;18:928-39.
- Gillete-Guyonnet S, Nourhashemi F, Andrieu S, Glizezinski I, Ousset PJ, Riviere D, et al. Weight loss in Alzheimer disease. *Am J Clin Nutr* 2000;71:637-42.
- American Psychiatric Association. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. American Psychiatric Association. 4th ed. Washington. D.C.; 1994.
- Nitrini R, Caramelli P, Bottino CM, Damasceno BP, Brucki SM, Anghinah R. Diagnóstico de doença de Alzheimer no Brasil. Critérios diagnósticos e exames complementares. *Arq Neuropsiquiatr* 2005;63:713-9.
- Folstein MF, Folstein SE, McHughy PR. "Mini-Mental State": A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiat Res* 1975;3:219-24.
- Brucki SM, Nitrini R, Caramelli P, Bertolucci PH, Okamoto IH. Suggestions for utilization of the mini-mental state examination in Brazil. *Arq Neuropsiquiatr* 2003;61:777-81.
- Nitrini R, Caramelli P, Bottino CMC, Damasceno BP, Brucki SMD, Anghinah R. Diagnóstico de doença de Alzheimer no Brasil. Avaliação cognitiva e funcional. *Arq Neuropsiquiatr* 2005;63:720-7.
- Atalaia-Silva KC, Lourenço RA. Tradução, adaptação e validação de construto do teste do relógio aplicado entre idosos no Brasil. *Rev Saúde Pública* 2008;42:930-7.
- Morris JC. The Clinical Dementia Rating (CDR): current version and scoring rules. *Neurology* 1993;43:632-7.
- Pardini R, Matsudo SM, Araújo T, Matsudo V, Andrade E, Braggion G, et al. Validação do questionário internacional de nível de atividade física (IPAQ - versão 6): Estudo piloto em adultos jovens brasileiros. *Rev Bras Ciên Mov* 2001;9:45-51.
- Vellas B, Villars H, Abellan G, Soto ME, Rolland Y, Guigoz Y, et al. Overview of the MNA® - Its History and Challenges. *J Nutr Health Aging* 2006;10:456-65.
- Guigoz Y, Vellas J, Garry P. Mini nutritional assessment: a practical assessment tool for grading the nutritional state of elderly patients. *Facts Res Gerontol* 1994;2:15-59.
- Lipschitz DA. Screening for nutritional status in the elderly. *Prim Care* 1994;21:55-67.
- World Health Organization - WHO. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO expert consultation. Geneva: WHO Technical Report Series; 1995.
- Lohman TG, Roche AF, Martorell R. *Anthropometric standardization reference manual*. [Champaign]: Human Kinetics; 1988.
- Burr ML, Phillips M. Anthropometric norms in the elderly. *Br J Nutr* 1984;51:165-9.
- Frisancho AR. *Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status*. USA: University Michigan Press; 1999.
- Gurney SM, Jelliffe DB. Arm anthropometry in nutritional assessment: nomogram for rapid calculation of muscle circumference and cross-sectional muscle areas. *Am J Clin Nutr* 1973;26:912-5.
- Valencia ME, Alemán-Mateo H, Salazar G, Hernández Triana M. Body composition by hydrometry (deuterium oxidedilution) and bioelectrical impedance in subjects aged >60 y from rural regions of Cuba, Chile and Mexico. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2003;27:848-55.
- Baumgartner RN, Chumlea WC, Roche AF. Estimation of body composition from bioelectric impedance of body segments. *Am J Clin Nutrition* 1989;50:221-6.
- Lameu EB, Gerude MF, Campos AC, Luiz RR. The thickness of the adductor pollicis muscle reflects the muscle compartment and may be used as a new anthropometric parameter for nutritional assessment. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2004;7:293-301.
- Heymsfield SB, McManus C, Smith J, Stevens V, Nixon DW. Anthropometric measurement of muscle mass: Revised equations for calculating bone-free arm muscle area. *Am J Clin Nutr* 1982;36:680-90.
- Laurin D, Verreault R, Lindsay J, Macpherson K, Rockwood K. Physical activity and risk of cognitive impairment and dementia in elderly persons. *Arch Neurol* 2001;58:498-506.
- Orsitto G, Fulvio F, Tria D, Turi V, Venezia A, Manca C. Nutritional status in hospitalized elderly patients with mild cognitive impairment. *Clin Nutrition* 2009;28:100-2.
- Guerin O, Andrieu S, Schneider SM, Milano M, Boulahhassass R, Brocher P. Different models of weight loss in Alzheimer disease: a prospective study of 395 patients. *Am J Clin Nutr* 2005;82:435-41.
- Muñoz AM, Agudelo GM, Lopera FJ. Diagnóstico del estado nutricional de los pacientes con demencia tipo Alzheimer registrados em el Grupo de Neurociencias, Medellín, 2004. *Biomédica* 2006;26:113-25.
- Poehlman ET, Dvorak R. Energy expenditure, energy intake, and weight loss in Alzheimer disease. *Am J Clin Nutr* 2000;71:650-5.

29. Buffa R, Mereu E, Putzu P, Mereu RM, Marini E. Lower lean mass and higher percent fat mass in patients with Alzheimer's disease. *Exp Gerontol* 2014;58:30-3.
30. Riccio D, Solinas A, Astaro G, Mantovani G. Comprehensive geriatric assessment in female elderly patients with Alzheimer's disease and other types of dementia. *Arch Gerontol Geriatr* 2007;44:343-53.
31. Noh HM, Oh S, Song HJ, Lee EY, Jeong JY, Ryu OH, et al. Relationships between cognitive function and body composition among community-dwelling older adults: a cross-sectional study. *BMC Geriatr* 2017;17:2-9.
32. Jagust W, Harvey D, Mungas D, Haan M. Central obesity and the aging brain. *Arch Neurol* 2005;62:1545-8.
33. Luchsinger JA. Midlife and late-life obesity and the risk of dementia: cardiovascular health study. *Arch Neurol* 2009;66:336-42.
34. Gunstad J, Lhotsky A, Wendell C, Ferrucci L, Zonderman A. Longitudinal examination of obesity and cognitive function: results from the Baltimore longitudinal study of aging. *Neuroepidemiology* 2010;34:222-9.



## Trabajo Original

Obesidad y síndrome metabólico

### Oxygen pulse as a protective factor of insulin resistance in sedentary women with overweight or obesity

*Pulso de oxígeno como factor protector de resistencia a la insulina en mujeres sedentarias con sobrepeso u obesidad*

Luis González-Rojas<sup>1</sup>, Johana Soto-Sánchez<sup>2</sup>, Marcelo Cano-Cappellacci<sup>3,5</sup>, Rodrigo Muñoz Claro<sup>4</sup> and Javiera Cancino-Ramírez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Tratamiento de la Obesidad. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. <sup>2</sup>Facultad de Ciencias de la Actividad Física del Deporte y Recreación. Departamento de Educación Física. Universidad de Playa Ancha. Valparaíso, Chile. <sup>3</sup>Facultad de Medicina. Departamento de Kinesiología. Laboratorio de Ciencias de la Actividad Física. Programa de Fisiología. Instituto de Ciencias Biomédicas. Universidad de Chile. Santiago, Chile. <sup>4</sup>Departamento de Cirugía Digestiva. Pontificia Universidad Católica. Santiago, Chile. <sup>5</sup>Escuela de Kinesiología. Universidad de Valparaíso. Valparaíso, Chile.

#### Abstract

**Background:** obesity is associated with insulin resistance (IR). Through exercise, insulin resistant obese patients can effectively improve their cardiorespiratory fitness (CRF). The effect of exercise on patients CRF can be determined by oxygen pulse (PO<sub>2</sub>) analysis. Despite its usefulness, there is limited literature on PO<sub>2</sub> analysis in patients with obesity and insulin resistance.

**Objective:** the goal of the present study is to evaluate the relation between PO<sub>2</sub> and IR in sedentary obese women.

**Methods:** fifty-five women were submitted to a maximal exercise test for evaluation of maximal oxygen consumption and PO<sub>2</sub>. The subjects with a homeostatic model assessment of IR index greater or equal to 2.5 were considered as insulin-resistant (IR). Participants were divided into two groups, IR group (n = 35) and non-IR group (n = 20).

**Results:** the IR group had lower values of PO<sub>2</sub> relative to body weight (11.0 ± 1.7 versus 12.6 ± 1.4 ml·kg·beats<sup>-1</sup>, p = 0.001) and relative to lean mass (21.7 ± 2.9 versus 23.2 ± 2.8 ml·kg·beats<sup>-1</sup>, p = 0.038) than non-IR group. No statistical differences were found in maximal oxygen consumption between the groups (non-IR = 1.53 ± 0.27 l·min<sup>-1</sup>, IR = 1.51 ± 0.28 l·min<sup>-1</sup>; p = 0.386). PO<sub>2</sub> relative to body weight and HOMA-IR was inversely correlated (p < 0.001; r = -0.465). Logistic regression analysis showed an association between PO<sub>2</sub> relative to weight (p = 0.001, OR = 0.47) and fat free mass (p = 0.01, OR = 0.73), both models adjusted by age.

**Conclusions:** this study demonstrates a relation between HOMA-IR and PO<sub>2</sub>. Our results suggest that PO<sub>2</sub> could be a protective factor against insulin resistance.

#### Key words:

Cardiorespiratory fitness. Insulin resistance. Cardiopulmonary exercise test. Oxygen consumption. Obesity.

#### Resumen

**Introducción:** la sensibilidad a la insulina ha sido ampliamente relacionada con el *fitness* cardiorespiratorio (FCR), el cual puede ser evaluado a través del pulso de oxígeno (PO<sub>2</sub>). Este corresponde al producto entre el volumen sistólico y la diferencia arteriovenosa de oxígeno y en sujetos sin alteraciones cardiovasculares podría ser un indicador de alteraciones del metabolismo a nivel periférico como la resistencia a la insulina (RI).

**Objetivo:** el objetivo del presente estudio es evaluar la relación entre el PO<sub>2</sub> y la RI en mujeres sedentarias con obesidad.

**Métodos:** cincuenta y cinco mujeres fueron sometidas a una prueba de ejercicio maximal para la evaluación del consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2max</sub>) y del PO<sub>2</sub>. Los sujetos con un índice HOMA-IR mayor o igual a 2,5 fueron considerados con resistencia a la insulina. Los participantes fueron divididos en dos grupos, RI (n = 35) y no-RI (n = 20).

**Resultados:** el grupo RI presentó valores menores de PO<sub>2</sub> relativo al peso corporal (11,0 ± 1,7 versus 12,6 ± 1,4 ml·kg·latidos<sup>-1</sup>, p = 0,001) y relativo a la masa libre de grasa (21,7 ± 2,9 versus 23,2 ± 2,8 ml·kg·latidos<sup>-1</sup>, p = 0,038) respecto al grupo no-RI. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el VO<sub>2max</sub> entre ambos grupos (no-RI = 1,53 ± 0,27 l·min<sup>-1</sup>, RI = 1,51 ± 0,28 l·min<sup>-1</sup>; p = 0,386). Se encontró una correlación inversa entre el PO<sub>2</sub> relativo al peso y el índice HOMA-IR (p < 0,001; r = -0,465). El análisis de regresión logística mostró una asociación entre el PO<sub>2</sub> relativo al peso (p = 0,001, OR = 0,47) y la masa libre de grasa (p = 0,01, OR = 0,73), ambos modelos ajustados por edad.

**Conclusiones:** este estudio demuestra que existe una relación entre el índice HOMA-IR y el PO<sub>2</sub>. Estos resultados sugieren que el PO<sub>2</sub> podría ser un factor protector de RI.

#### Palabras clave:

*Fitness* cardiorespiratorio. Resistencia a la insulina. Prueba de esfuerzo cardiopulmonar. Consumo de oxígeno. Obesidad.

Received: 10/09/2017 • Accepted: 02/06/2018

González-Rojas L, Soto-Sánchez J, Cano-Cappellacci M, Muñoz Claro R, Cancino-Ramírez J. Oxygen pulse as a protective factor of insulin resistance in sedentary women with overweight or obesity. Nutr Hosp 2018;35(6):1305-1309

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1549>

#### Correspondence:

Javiera Cancino Ramírez. Centro de Tratamiento de la Obesidad. Pontificia Universidad Católica de Chile. Av. Nevería, 4444. Santiago, Chile  
e-mail: [javieracancinoramirez@gmail.com](mailto:javieracancinoramirez@gmail.com)

## INTRODUCTION

Obesity is a global pandemic associated with increased mortality, morbidity and a poor quality of life (1). Many authors suggest an inverse relationship between the adverse effects of obesity and cardiorespiratory fitness (CRF) (2,3).

Many studies have linked CRF with insulin sensitivity in both healthy and obese subjects (4,5). At the same time, CRF has been described as an independent and strong predictor of insulin sensitivity (6). An adequate evaluation of insulin sensitivity and CRF gives us accurate information about the health status of this group of patients (7).

Oxygen maximal consumption ( $VO_{2max}$ ) is the gold standard in the evaluation of CRF. According to Fick's equation, the  $VO_{2max}$  depends of stroke volume, heart rate and arteriovenous oxygen difference ( $a-vO_2$  diff) (8).

In turn, oxygen pulse ( $PO_2$ ) is defined as the total oxygen amount that can be extracted by the peripheral tissue in every heart beat (9) and has been inversely related to mortality risk in a more sensitive way than peak oxygen consumption in median age adults with cardiac insufficiency (10). In turn, the oxygen pulse ( $PO_2$ ) is defined as the total oxygen amount that can be extracted by the peripheral tissue in every heart beat (9).  $PO_2$  has been inversely related with a higher sensitivity to mortality risk over the peak oxygen consumption in median age adults with cardiac insufficiency (10).  $PO_2$  is the product between stroke volume and  $a-vO_2$  diff, therefore, in patients with cardiovascular disease it has been used as an indirect indicator of the stroke volume in maximal exercise intensities (11,12), assuming a normal arterial concentration of oxygen and a normal  $a-vO_2$  diff (11). We propose that in subjects with normal values of stroke volume, the alterations in  $PO_2$  could be an indicator of an impaired  $a-vO_2$  diff.

$VO_{2max}$  and  $PO_2$  depend on central and peripheral cardiovascular parameters. In the case of the  $VO_{2max}$  the individual contribution of these variables is impossible to distinguish. However, if we assume a normal stroke volume,  $PO_2$  could indicate a peripheral alteration of  $a-vO_2$  diff, providing information about the metabolic compromise, evaluated through insulin sensitivity.

The goal of the present study is to evaluate the relation between  $PO_2$  and IR in sedentary women with obesity.

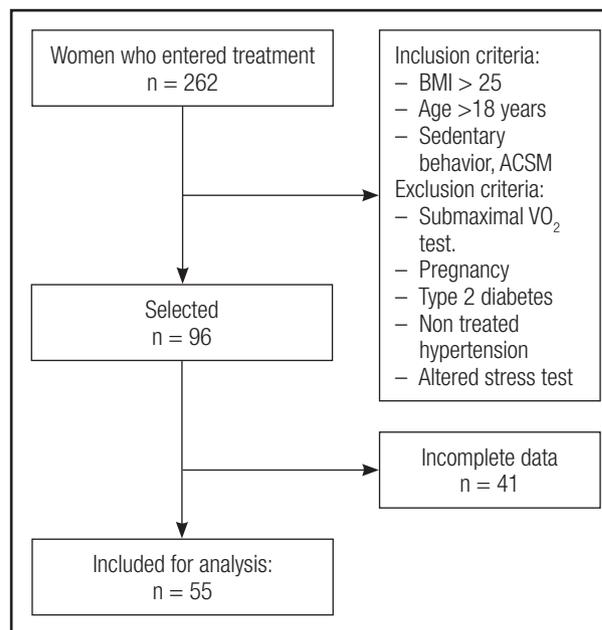
## MATERIALS AND METHODS

### STUDY DESIGN

This was a retrospective study approved by the Ethics Committee with a waiver of the need to obtain informed consent (register 15-267). All participants' data was obtained from our database at Obesity Treatment Center according to inclusion/exclusion criteria.

### PATIENTS

Fifty-five women who met the criteria shown in figure 1, which were selected in a non-probabilistic way, were identified.



**Figure 1.**

Sample's selection flow chart (BMI: body mass index; ACSM: American College of Sports Medicine;  $VO_2$ : oxygen consumption).

## BODY COMPOSITION

Height was measured with a stadiometer (0.5 cm precision) and weight with a Seca® digital scale (0.1 kg precision). Both assessments were performed without shoes and in light clothing. Body mass index (BMI) was calculated as  $\text{weight} \cdot \text{height}^{-2}$  ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ ). Lean and fat mass, in kilograms, was assessed by using octopolar multi-frequency bioimpedance (InBody 720®) in a four-hour fasting state, without menstruation and with at least 12 hours free of exercise.

## CARDIORESPIRATORY FITNESS

An incremental cycle ergometer test was performed with gas analysis (Metalyzer 3B-R2, Cortex®). The participants were free of exercise, alcohol, coffee, drugs or other stimulant consumption in the previous 24 hours and in a six-hour fasting condition. Theoretical maximal load ( $W_t$ ) was estimated by the Jones equation in watts (13). Protocol consisted of a three-minute rest period, then a three-minute warm up at 20% of  $W_t$ , followed by six-minute stages at 30, 40, 50 and 60% of  $W_t$  until a respiratory exchange ratio (RER)  $\geq 1$  was reached. Then one-minute stages were performed with an increase 10% of  $W_t$  until exhaustion. Verbal stimuli were allowed. The test was considered as maximal if a RER  $\geq 1.1$  was reached and/or if the maximal heart rate ( $HR_{max}$ ) was greater or equal to the theoretical maximum predicted by the Morris equation for an ergometer cycle test (14). This protocol was adapted from the one proposed by Brun, Romain and Mercier (15).

The next variables were calculated from the average of the final 30 seconds from the last completed stage (breath by breath): HR<sub>max</sub> in beats·min<sup>-1</sup>, maximal load in Watts (W<sub>max</sub>), maximal load expressed as a percentage of W<sub>t</sub> (W<sub>max(%)</sub>) and relative to body weight in watts·kg (W<sub>max rel</sub>).

The same methodology was used for determining CRF from the measurements of VO<sub>2max</sub>. This was expressed as an absolute value in l·min<sup>-1</sup> and as a percentage of the maximum estimated (VO<sub>2max(%)</sub>), according to the Wasserman and Hansen weight algorithm (16). The peak oxygen pulse (PO<sub>2</sub>) expressed in ml·beats<sup>-1</sup> and calculated as VO<sub>2max</sub>·HR<sub>max</sub><sup>-1</sup>, PO<sub>2</sub> relative to corporal weight (PO<sub>2rel</sub>) calculated as PO<sub>2</sub>·weight<sup>-1</sup> and the PO<sub>2</sub> relative to lean mass (PO<sub>2rel lm</sub>) calculated as PO<sub>2</sub>·lean mass<sup>-1</sup>, both expressed in ml·kg·beats<sup>-1</sup>. All percentage variations were calculated considering 100% of the group was non-insulin resistant (non-IR).

### INSULIN RESISTANCE

The homeostatic model assessment of insulin resistance (HOMA-IR), proposed by Mathews et al. (17), was used. Patients were considered as IR if they had a HOMA-IR value greater or equal to 2.5 according to the existent literature (18,19).

### STATISTICAL ANALYSIS

The sample was categorized into two groups according to the presence of IR (IR group and non-IR group). Distribution of the variables was assessed using the Kolmogorov-Smirnov test. Variables with normal distribution are presented as mean and standard deviation and those without normal distribution are shown as median and 25-75 percentile. For comparing means between both groups a Student's t-test for independent samples was used. In variables with normal distribution and in non-normally distributed variables, a Wilcoxon test was used. Since all the variables to be correlated had a non-parametric behavior, a Spearman correlation coefficient was used for correlations. For association of IR with oxygen pulse, a stepwise logistic regression analysis was performed, adjusted by age and BMI accordingly.

Data is presented as odds ratio and confidence interval of 95%. Goodness of fit was evaluated with a Hosmer-Lemeshow test. The significance level was set as < 0.05. Statistical analysis was performed with the computational statistics program STATA 12 (Stata Corp., College Station, TX).

### RESULTS

#### BODY COMPOSITION

IR group presents a higher weight (81.5 [78.4-88.8] vs 73.4 [69.1-80.8] kilos, p = 0.004), BMI (32.8 [30.3-34.8] vs 29.0 [27.7-31.5], p = 0.001), fat mass (39.3 ± 7.5 vs 32.9 ± 8.3, p = 0.002) and body fat percent (46.7 ± 4.9 vs 42.8 ± 8.6, p = 0.020), and

a lower lean mass percentage with respect to body weight (50.2% [46.8-53.1] vs 53.9% [51.7-57.4], p = 0.004) in contrast to the non-IR group. No differences were found between both groups in height (158.9 ± 5.7 vs 161.1 ± 7.6 cm, respectively) and in fat free mass (40.7 [39.3-45.9] vs 40.9 [37.8-44.1] kg, respectively).

### INSULIN RESISTANCE

The IR group showed higher values of HOMA (4.1 [3.2-5.8] vs 2.1 [2.0-2.5], p < 0.001), fasting glycaemia (87 [83-94] vs 84 [82-89] mg/dl, p = 0.044) and fasting insulinemia (19.2 [15.0-28.9] vs 10.2 [8.9-11.9] mg/dl, p < 0.001) in contrast to the non-IR group.

### CARDIORESPIRATORY FITNESS

Table I shows differences in CRF between both groups. The VO<sub>2max(%)</sub> was a 7.1% lower in the IR group. At the same time, the PO<sub>2rel</sub> and the PO<sub>2rel lm</sub> were lower in the IR group in a 12.7% and a 6.5%, respectively. A negative correlation between HOMA-IR and PO<sub>2rel</sub> was also found (Fig. 2) in all the subjects. Table II shows logistic regression models for association of IR with PO<sub>2</sub>, PO<sub>2rel</sub> and PO<sub>2rel lm</sub>, adjusted by age. Models b) and c) were statistically significant and both are valid according to Hosmer-Lemeshow goodness of fit test (p = 0.446 and p = 0.289, respectively).

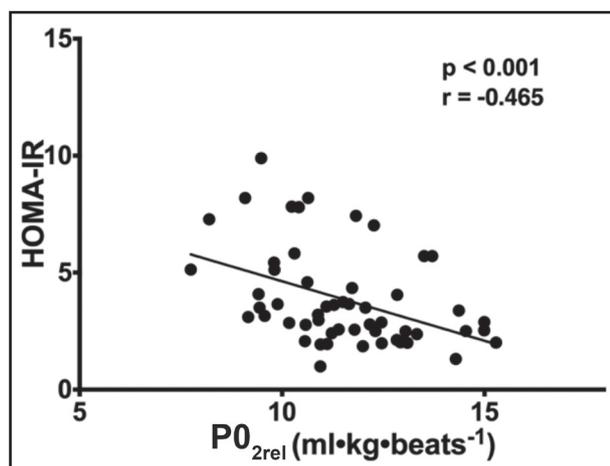
### DISCUSSION

In this study it was found that patients with insulin resistance had lower values of PO<sub>2</sub> relative to weight and lean mass. In addi-

**Table I. Cardiorespiratory fitness**

	Non-IR (n = 20)	IR (n = 35)	p-value
VO <sub>2max</sub> (l·min <sup>-1</sup> )	1.53 ± 0.27	1.51 ± 0.28	0.386
VO <sub>2max(%)</sub> (%)	83.2 ± 10.2	76.1 ± 11.9	0.015*
HRmax (bpm)	161 ± 23	165 ± 17	0.212
PO <sub>2</sub> (ml·beats <sup>-1</sup> )	9.59 ± 1.27	9.13 ± 1.33	0.111
PO <sub>2rel</sub> (ml·kg·beats <sup>-1</sup> )	12.6 ± 1.4	11.0 ± 1.7	0.001*
PO <sub>2rel lm</sub> (ml·kg·beats <sup>-1</sup> )	23.2 ± 2.8	21.7 ± 2.9	0.038*
W <sub>max</sub> (W)	108.3 ± 27.0	110.8 ± 24.1	0.360
W <sub>max(%)</sub> (%)	88.1 ± 24.8	88.6 ± 17.7	0.460
W <sub>max rel</sub> (W·kg <sup>-1</sup> )	1.40 ± 0.08	1.29 ± 0.06	0.317

VO<sub>2max</sub>: maximal oxygen consumption; VO<sub>2max(%)</sub>: percentage of the theoretical maximum oxygen consumption; HR<sub>max</sub>: maximal heart rate; PO<sub>2</sub>: maximal oxygen pulse; PO<sub>2rel</sub>: maximal oxygen pulse relative to weight; PO<sub>2rel lm</sub>: maximal oxygen pulse relative to lean mass; W<sub>max</sub>: maximal workload; W<sub>max(%)</sub>: percentage of the theoretical maximum workload. W<sub>max rel</sub>: maximal workload relative to weight. Values are expressed as mean (±) standard deviation. \*Student's t-test for independent samples: p < 0.05.



**Figure 2.**

Correlation between insulin sensitivity (HOMA-IR) and oxygen pulse relative to weight ( $PO_{2rel}$ ) in all subjects.

**Table II.** Logistic regression for association of IR with  $PO_2$

Model	OR	95% CI	p-value
a) $PO_2$	0.76	0.48-1.20	0.234
b) $PO_{2rel}$	0.47	0.30-0.74	0.001*
c) $PO_{2rel\ lm}$	0.73	0.57-0.93	0.010*

OR: odds ratio; 95% CI: confidence interval of 95%;  $PO_2$ : maximal oxygen pulse;  $PO_{2rel}$ : maximal oxygen pulse relative to weight;  $PO_{2rel\ lm}$ : maximal oxygen pulse relative to lean mass. \*p-value < 0.05.

tion, an association between these variables was observed that could indicate a possible protective role against IR.

Several studies have shown that patients with higher weights and BMI have higher stroke volumes (20,21). From this, if we consider that  $PO_2$  depends directly on stroke volume and  $a-vO_2$  diff (peripheral oxygen extraction during exercise) (8,9), the IR group (with higher weight and BMI) should have had higher  $PO_2$  values. However, this was not the case and, when normalized by weight or fat free mass, the IR group presents lower values in comparison to the non-IR group.

The above could be explained considering that peripheral metabolic compromise is capable of nullifying the possible impact of stroke volume increase (related to weight) on  $PO_2$ , so there are no differences in net values. At the same time, if the values of  $PO_2$  are normalized by weight or fat free mass, the impact of these variables on stroke volume and, in turn, on  $PO_2$  are annulled, allowing to detect the impact of peripheral metabolism on this variable.

There are some articles that have related the decreases in muscle mitochondrial oxidative capacity with the decreases in muscle insulin sensitivity (22-25). These variations in mitochondrial metabolism could explain the decreases in peripheral oxygen utilization during exercise, although more studies are needed to verify this relationship.

From these results,  $PO_2$  relative to weight or to fat free mass could be a useful parameter to estimate the peripheral metabolic status in patients with overweight and/or sedentary, whenever no stroke volume alterations exist. Further studies are necessary to elucidate the factors that allow us to differentiate the physiopathological context in which the  $PO_2$  is a better reflex of the stroke volume or of the arteriovenous oxygen difference.

One of the main limitations of the study is the utilization of HOMA-IR instead of the hyperinsulinemic euglycemic clamp, which is considered as the gold standard for the determination of IR. In addition, it is necessary to evaluate the arteriovenous oxygen difference and stroke volume in these patients for a better understanding of the impact of these variables in the IR diagnosis. For future studies, it would be interesting to consider the variation in time of  $PO_2$  and IR and to relate the variations of both variables after an exercise intervention.

## CONCLUSION

In conclusion, this study demonstrates a relation between IR and  $PO_2$ . Our results suggest that  $PO_2$  could be a protective factor against insulin resistance. Further studies should be oriented to the treatment of IR through improvement in peripheral variables of physical fitness, such as  $PO_2$ . The evaluation of the impact of exercise in the  $PO_2$  variations and their relationship with the improvements on insulin sensitivity is necessary.

## ETHICAL APPROVAL

This study was approved by the Scientific Ethics Committee (register 15-267). All procedures performed in the study were in accordance with the ethical standards of the institutional and/or national research committee.

## INFORMED CONSENT

A waiver of the need to obtain informed consent was obtained from Scientific Ethics Committee.

## REFERENCES

- Major P, Matlok M, Pedziwiatr M, Migaczewski M, Budzynski P, Stanek M, et al. Quality of life after bariatric surgery. *Obes Surg* 2015;25(9):1703-10. DOI: 10.1007/s11695-015-1601-2.
- Barry VW, Baruth M, Beets MW, Durrstine JL, Liu J, Blair SN. Fitness vs. fatness on all-cause mortality: a meta-analysis. *Prog Cardiovasc Dis* 2014;56(4):382-90. DOI: 10.1016/j.pcad.2013.09.002. PubMed PMID: 24438729
- Baptista LC, Machado-Rodrigues AM, Martins RA. Exercise but not metformin improves health-related quality of life and mood states in older adults with type 2 diabetes. *Eur J Sport Sci* 2017;17(6):794-804. DOI: 10.1080/17461391.2017.1310933. PubMed PMID: 28394739
- Morris C, Grada CO, Ryan M, Roche HM, De Vito G, Gibney MJ, et al. The relationship between aerobic fitness level and metabolic profiles in healthy adults. *Mol Nutr Food Res* 2013;57(7):1246-54. DOI: 10.1002/mnfr.201200629. PubMed PMID: 23505034

5. Shalev-Goldman E, McGuire KA, Ross R. Waist circumference and cardiorespiratory fitness are independently associated with glucose tolerance and insulin resistance in obese women. *Appl Physiol Nutr Metab* 2014;39(3):358-62. DOI: 10.1139/apnm-2013-0160. PubMed PMID: 24552378
6. Lalia AZ, Dasari S, Johnson ML, Robinson MM, Konopka AR, Distelmaier K, et al. Predictors of whole-body insulin sensitivity across ages and adiposity in adult humans. *J Clin Endocrinol Metab* 2016;101(2):626-34. DOI: 10.1210/jc.2015-2892. PubMed PMID: 26709968; PubMed Central PMCID: PMC44880121
7. Gallart-Aragón T, Fernández-Lao C, Castro-Martín E, Cantarero-Villanueva I, Cozar-Ibáñez A, Arroyo-Morales M. Health-related fitness improvements in morbid obese patients after laparoscopic sleeve gastrectomy: a cohort study. *Obes Surg* 2016;27(5):182-8. DOI: 10.1007/s11695-016-2427-2. PubMed PMID: 27783365
8. Stringer WW, Hansen JE, Wasserman K. Cardiac output estimated noninvasively from oxygen uptake during exercise. *J Appl Physiol* (1985) 1997;82(3):908-12. DOI: 10.1152/jappl.1997.82.3.908. PubMed PMID: 9074981
9. Laukkanen JA, Kurl S, Salonen JT, Lakka TA, Rauramaa R. Peak oxygen pulse during exercise as a predictor for coronary heart disease and all cause death. *Heart* 2006;92(9):1219-24.
10. Corra U, Piepoli MF, Adamopoulos S, Agostoni P, Coats AJ, Conraads V, et al. Cardiopulmonary exercise testing in systolic heart failure in 2014 - The evolving prognostic role: a position paper from the committee on exercise physiology and training of the heart failure association of the ESC. *Eur J Heart Fail* 2014;16(9):929-41. DOI: 10.1002/ejhf.156. PubMed PMID: 25175894
11. Mezzani A, Agostoni P, Cohen-Solal A, Corra U, Jegier A, Kouidi E, et al. Standards for the use of cardiopulmonary exercise testing for the functional evaluation of cardiac patients: a report from the Exercise Physiology Section of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2009;16(3):249-67.
12. Sun X-G, Hansen JE, Oudiz RJ, Wasserman K. Exercise pathophysiology in patients with primary pulmonary hypertension. *Circulation* 2001;104(4):429-35.
13. Jones NL, Makrides L, Hitchcock C, Chypchar T, McCartney N. Normal standards for an incremental progressive cycle ergometer test. *Am Rev Respir Dis* 1985;131(5):700-8. DOI: 10.1164/arrd.1985.131.5.700. PubMed PMID: 3923878
14. Morris CK, Myers J, Froelicher VF, Kawaguchi T, Ueshima K, Hideg A. Nomogram based on metabolic equivalents and age for assessing aerobic exercise capacity in men. *J Am Coll Cardiol* 1993;22(1):175-82. PubMed PMID: 8509539
15. Brun JF, Romain AJ, Mercier J. Maximal lipid oxidation during exercise (Lipoxmax): from physiological measurements to clinical applications. Facts and uncertainties. *Sci Sports* 2011;26(2):57-71. DOI: 10.1016/j.scispo.2011.02.001
16. Arena R, Myers J, Abella J, Pinkstaff S, Brubaker P, Moore B, et al. Determining the preferred percent-predicted equation for peak oxygen consumption in patients with heart failure. *Circ Heart Fail* 2009;2(2):113-20. DOI: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.108.834168. PubMed PMID: 19808326; PubMed Central PMCID: PMC2747756
17. 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(7):412-9. PubMed PMID: 3899825
18. Kuk JL, Ardern CI. Are metabolically normal but obese individuals at lower risk for all-cause mortality? *Diabetes Care* 2009;32(12):2297-9. DOI: 10.2337/dc09-0574
19. Acosta A, Escalona M, Maiz A, Pollak F, Leighton F. Determination of the insulin resistance index by the Homeostasis Model Assessment in a population of Metropolitan Region in Chile. *Rev Méd Chile* 2002;130(11):1227-31.
20. Rider OJ, Petersen SE, Francis JM, Ali MK, Hudsmith LE, Robinson MR, et al. Ventricular hypertrophy and cavity dilatation in relation to body mass index in women with uncomplicated obesity. *Heart* 2011;97(3):203-8. DOI: 10.1136/hrt.2009.185009. PubMed PMID: 20483890
21. Aurigemma GP, De Simone G, Fitzgibbons TP. Cardiac remodeling in obesity. *Circ Cardiovasc Imaging* 2013;6(1):142-52. DOI: 10.1161/CIRCIMAGING.111.964627. PubMed PMID: 23322729
22. Kelley DE, He J, Menshikova EV, Ritov VB. Dysfunction of mitochondria in human skeletal muscle in type 2 diabetes. *Diabetes* 2002;51(10):2944-50. PubMed PMID: 12351431.
23. Petersen KF, Dufour S, Befroy D, Garcia R, Shulman GI. Impaired mitochondrial activity in the insulin-resistant offspring of patients with type 2 diabetes. *N Engl J Med* 2004;350(7):664-71. DOI: 10.1056/NEJMoa031314. PubMed PMID: 14960743; PubMed Central PMCID: PMC2995502
24. Mogensen M, Sahlin K, Fernstrom M, Glinborg D, Vind BF, Beck-Nielsen H, et al. Mitochondrial respiration is decreased in skeletal muscle of patients with type 2 diabetes. *Diabetes* 2007;56(6):1592-9. DOI: 10.2337/db06-0981. PubMed PMID: 17351150
25. Affourtit C. Mitochondrial involvement in skeletal muscle insulin resistance: A case of imbalanced bioenergetics. *Biochim Biophys Acta* 2016;1857(10):1678-93. DOI: 10.1016/j.bbabi.2016.07.008. PubMed PMID: 27473535



## Trabajo Original

## Obesidad y síndrome metabólico

### Influence of subacute physical exercise on medium- and long-chain fatty acid profile in serum of individuals with overweight

#### *Influencia del ejercicio físico subagudo en el perfil de ácidos grasos de cadena media y larga en individuos con sobrepeso*

Djeyne Silveira Wagemacker<sup>1,2</sup>, Jefferson Petto<sup>1,2</sup>, Amanda Silva Fraga<sup>2</sup>, Jackeline Barbosa Matias<sup>1</sup>, Sindy Kerole Andrade Mota<sup>1</sup>, Luiz Erlon Araujo Rodrigues<sup>2</sup> and Ana Marice Ladeia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculdade Adventista da Bahia (FADBA). Bahia, Brazil. <sup>2</sup>Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública. Science Development Foundation of Bahia. Bahia, Brazil

### Abstract

**Objective:** to test the hypothesis that acute physical exercise would change the fatty acids in the serum of individuals with increased body weight.

**Method:** sixty-six sedentary women with excess weight were included in the sample (BMI = 29.6 ± 4.2). They were aged 24.4 ± 3.6 years and were randomly divided into control and exercise groups. After 12 hours fasting, basal blood collection was performed. Twelve hours after the first collection, the exercise group was submitted to a physical exercise session with energy expenditure of 250 kcal. The volunteers underwent a second blood collection 24 hours after the first one and dosed the fatty acids: pelargonic, azelaic, elaidic and oleic.

**Results:** physical exercise did not change the fatty acid profile response for both the intragroup analysis and intergroup analysis. Exercise group: pelargonic (before = 0.12 ± 0.06% vs after = 0.15 ± 0.14%, p = 0.507); azelaic (before = 20.3 ± 10.5% vs after = 27.7 ± 25.4%, p = 0.295); elaidic (before = 0.03 ± 0.01% vs after = 0.04 ± 0.01%, p = 0.328); oleic (before = 16.1 ± 7.4% vs after = 20.3 ± 14.6%, p = 0.236). Control group: pelargonic (before = 0.70 ± 0.45% vs after = 0.71 ± 0.51%, p = 0.776); azelaic (before = 62.1 ± 26% vs after = 57.1 ± 27%, p = 0.197); elaidic (before = 0.05 ± 0.02% mg/dl vs after = 0.05 ± 0.03%, p = 0.530); oleic (before = 26.8 ± 22.7% mg/dl vs after = 29.0 ± 22.4%, p = 0.525).

**Conclusion:** in women with overweight, low intensity physical exercise is not capable of changing the medium-chain fatty acids in the first 12 hours.

#### Key words:

Obesity. Exercise.  
Fatty acids.

### Resumen

**Objetivo:** probar la hipótesis de que ejercicio físico agudo cambiaría los ácidos grasos en el suero de las personas con mayor peso corporal.

**Método:** se incluyeron en la muestra sesenta y seis mujeres sedentarias con exceso de peso (IMC = 29.6 ± 4.2). Tenían una edad de 24.4 ± 3.6 años y se dividieron aleatoriamente en grupos de control y ejercicio. Después de 12 horas de ayuno, se realizó la extracción de sangre basal. Doce horas después de la primera extracción, el grupo de ejercicio se sometió a una sesión de ejercicio físico con un gasto de energía de 250 kcal. Los voluntarios se sometieron a una segunda extracción de sangre 24 horas después de la primera con dosificación de los ácidos grasos: pelargónico, azelaico, eláidico y oleico.

**Resultados:** el ejercicio físico no modificó la respuesta del perfil de ácidos grasos para el análisis intragrupo y el análisis intergrupo. Ejercicio grupo: pelargónico (antes = 0,12 ± 0,06% vs después = 0,15 ± 0,14%, p = 0,507); azelaico (antes = 20,3 ± 10,5% vs después = 27,7 ± 25,4%, p = 0,295); eláidico (antes = 0,03 ± 0,01% vs después = 0,04 ± 0,01%, p = 0,328); oleico (antes = 16,1 ± 7,4% vs después = 20,3 ± 14,6%, p = 0,236). Grupo de control: pelargónico (antes = 0,70 ± 0,45% vs después = 0,71 ± 0,51%, p = 0,776); azelaico (antes = 62,1 ± 26% vs después = 57,1 ± 27%, p = 0,197); eláidico (antes = 0,05 ± 0,02% mg/dl vs después = 0,05 ± 0,03%, p = 0,530); oleico (antes = 26,8 ± 22,7% mg/dl vs después = 29,0 ± 22,4%, p = 0,525).

**Conclusión:** en mujeres con sobrepeso, el ejercicio físico de baja intensidad no produce ningún cambio en los ácidos grasos de cadena media en las primeras 12 horas.

#### Palabras clave:

Obesidad. Ejercicio.  
Ácidos grasos.

Received: 18/12/2017 • Accepted: 03/04/2018

Clinical trial registration: NCT03170973.

Funding: This study was financed by the National Council for Scientific and Technological Development (CNPQ).

Acknowledgments: This work was supported by the National Council for Scientific and Technological Development (CNPQ).

Autores, nomes e citações: Quanto aos autores, os nomes e as citações estão corretas, porém as instituições vinculadas (Oswaldo Cruz (FIOCRUZ). Rio de Janeiro, Brazil. Social Applied Nutrition Department of UFRJ. Micronutrients Research Center (NPqM) of Institute of Nutrition Josué de Castro (INJC). Rio de Janeiro, Brazil) não fazem parte do vínculo dos autores e precisam ser retiradas do artigo.

Wagemacker DS, Petto J, Fraga AS, Matias JB, Mota SKA, Rodrigues LEA, Ladeia AM. Influence of subacute physical exercise on medium- and long-chain fatty acid profile in serum of individuals with overweight. *Nutr Hosp* 2018;35(6):1310-1315

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1737>

#### Correspondence:

Djeyne Silveira Wagemacker. Rua Principal, S/n, Cx postal 18, Capueiruçu, Cachoeira-Bahia-Brasil, cep 44300-000  
e-mail: [djeyne.ferreira@adventista.edu.br](mailto:djeyne.ferreira@adventista.edu.br)

## INTRODUCTION

Fatty acids, the constituent elements of lipids, are organic components that contain carbon and hydrogen in their molecules. When short and medium-chain fatty acids (C4-C12) are not supplied by the diet, they are synthesized, mainly in the cytoplasm of hepatic and adipose tissue cells. The long-chain fatty acids (C12-C24) are supplied by the diet (1).

The process of fatty acid uptake and oxidation is of particular metabolic significance, both at rest and during light to moderate exercise. The fatty acids are the predominant source of substrate for adenosine triphosphate (ATP) resynthesis. During aerobic exercise, there is an increase in the release of fatty acids from the adipose tissue to accommodate the increased energy needs caused by exercise (2). As exercise progresses, long-chain fatty acids, provided by the blood or from hydrolysis of intramuscular triacylglycerols, are metabolized to generate energy. The supply of fatty acids from the hydrolysis of intramuscular triacylglycerols is limited and during exercise, the myocytes consume approximately 90% of the free fatty acids derived from blood plasma (3).

Studies have also suggested that physical exercise performed in an acute manner promotes changes in the fatty acid transport genes, preceding increases in RNA expression (4). This allows optimal delivery of fatty acids to the transporters, and their greater metabolism, although the latter has not been tested yet (5).

The use of lipids is modulated by the availability of fatty acids in plasma and obesity may influence the increase in plasma AG levels (6). Glycolytic activity is changed in this population, and lipid metabolism becomes a preferential pathway. In obese subjects, the metabolic responses of fatty acid mobilization appear to be favored by aerobic activity; however, the responses are not conclusive yet (7).

Therefore, the aim of this study was to test the hypothesis that acute physical exercise would change the medium and long-chain fatty acids in the serum of individuals with increased body weight.

## METHODS

### STUDY DESIGN AND POPULATION

This randomized clinical trial, registered in clinical trial under protocol NCT03170973, was conducted with a population accessible to the School Clinic of the Adventist Faculty of Bahia, Brazil. Data collection was performed from September 2015 to May 2016.

All the women registered with the Physical Therapy Service of the Clinic School who had a body mass index (BMI) above 24.99 kg/m<sup>2</sup> were invited to participate in the study. A total of 66 volunteers fulfilled the inclusion criteria, which were: age between 18 and 30 years, BMI > 24.99 kg/m<sup>2</sup> and sedentarism. Sedentarism was determined based on the International Physical Activity Questionnaire - Long Version (8). Women who presented with cardiovascular and metabolic disease, hypothyroidism, renal

parenchymal disease or diabetes mellitus, history of alcoholism or smoking, or use of hypolipemiant, corticosteroids, diuretics, beta-blockers, and contraceptive medications were excluded from the study.

The women were randomly divided into two groups: exercise group and control group, both with 33 volunteers.

### EXERCISE GROUP

After 12 hours fasting, the volunteers were submitted to blood collection, in the antecubital vein, to measure the basal serum values of triglycerides, total and fractionated cholesterol, glycemia and insulin. The HOMA-IR and HOMA- $\beta$  index values were calculated from the glycemia and insulin values, by means of the equation proposed by Mathews (9).

When 12 hours had elapsed after the first blood collection, the patients performed a physical exercise session on an ergometric treadmill. This was divided into three time intervals: warming up, conditioning and cooling down. The duration of the warming up period was seven minutes and of the cooling down, five minutes, and conditioning time corresponded to an energy expenditure of 250 kcal (10) with light intensity based on the Borg (11) rating of perceived exertion, that is, on the original scale: a value between 9 and 11. For better understanding of this scale, on the day before the exercise, the volunteers got familiar with the Borg concept in order to get used to providing adequate answers when they were asked about the intensity of the exercise. A cardiac frequency meter was used, which measured the energy expenditure based on the volunteer's body mass, sex and age.

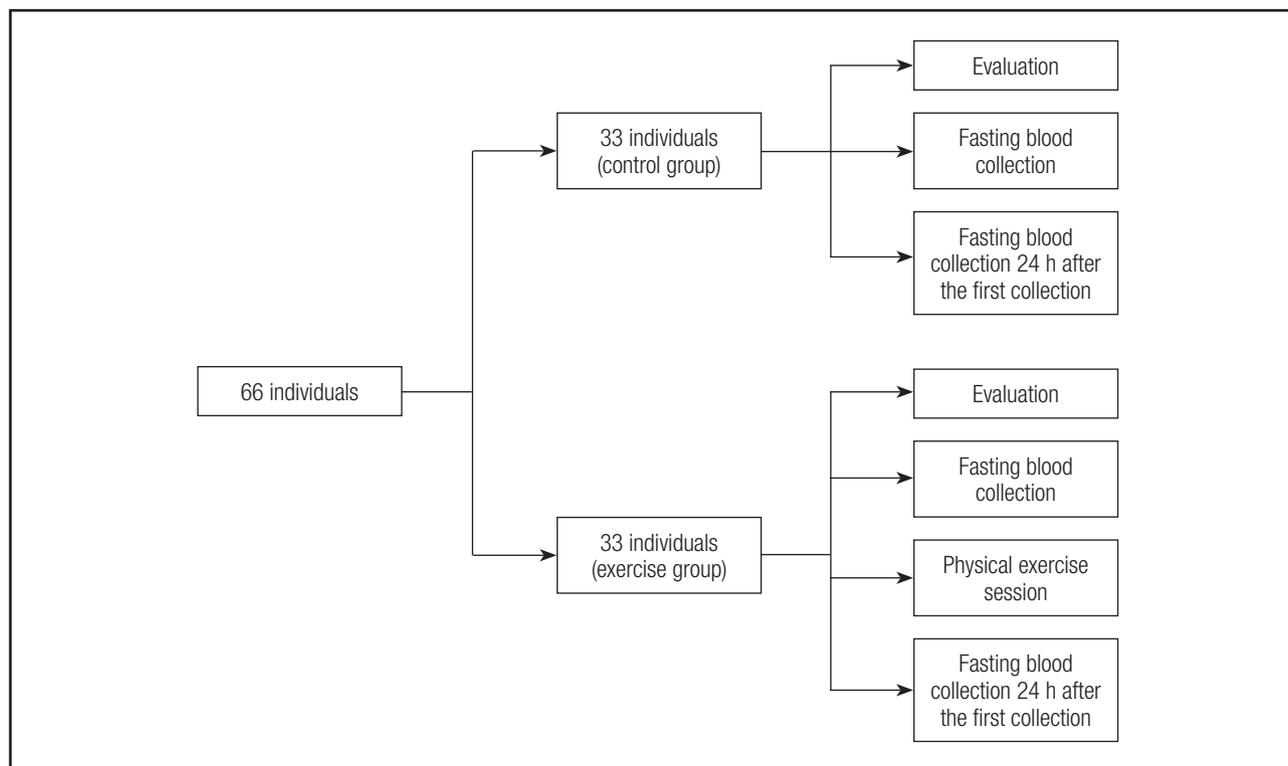
After the physical exercise session, the volunteers were instructed to go home and keep to their habitual diet. When 24 hours had elapsed after the first blood collection, the volunteers returned to the laboratory after a 12-hour fasting, and once again had blood samples collected. The diet of the previous two days before the blood exam was evaluated by means of a 24 hours diet diary.

### CONTROL GROUP

The women in the control group were submitted to the same data collection protocol as that of the experimental group, however, they did not do the exercise 12 hours after the first blood collection. They were instructed not to perform any physical exercise on the two days before blood collection, as shown in the flow diagram presented in figure 1.

### 24-HOUR DIET DIARY

Once again, they were evaluated as regards their diet on the day before the exam by means of keeping a 24-hour food-intake diary. The 24-hour food intake diary was evaluated by means



**Figure 1.**

Flow diagram showing data collection.

of an interview held at the time of blood collection, in which the volunteers informed what they had consumed on the day before the interview, in the three main meals and between these meals. The instrument was applied by the same examiner, and to facilitate responses, home measurements were used (12). Quantitative evaluation of the diet was performed by using the Avanutri Revolution software. For the purposes of analysis the consumption of the following were considered: micronutrients (vitamins and minerals), cholesterol, total saturated, monounsaturated and polyunsaturated fats and total dietary fiber, using the parameters of the Brazilian Society of Cardiology (13).

## BLOOD COLLECTION AND FATTY ACID ANALYSIS

The volunteers were submitted to blood collection after fasting for 12 hours. Samples of 5 ml of blood were collected in tubes with EDTA, and after collection the samples were centrifuged at a speed of 3,000 rpm for ten minutes.

Fatty acids, which have 9C (azelaic and pelargonic) and 18C (oleic and elaidic) carbon molecules tested in this study are considered as medium- and long-chain fatty acids and would be able to be more easily metabolized in the mitochondria for energy production. In addition to this aspect, oleic acid is a fatty

acid highly stimulated for consumption as it becomes interesting to understand how physical exercise interferes in this fatty acid as well as its geometric isomer (elaidic) and its by-products of metabolism (azelaic and pelargonic) (14).

The initial stage for fatty acid analysis was trans-esterification of the samples by means of successive stages. The first stage was extraction; then, the hydrolysis and esterification stages began. In the same way, the patterns at 99% purity of the fatty acids (pelargonic, azelaic, oleic and elaidic) were also trans-esterified in the different stages (15).

After trans-esterification of the patterns and samples, these were analyzed by gas chromatography (16) by means of the Thermo Scientific appliance, model Focus GC™, serial no.: 10902047. Methanol was used as solvent.

The maximum temperature used for conditioning the column was 230 °C, with readout time of 21.78 minutes and ramp of 30 °C/min (17).

Identification of the patterns proceeded with isolated readout of the samples in 21.78 minutes, to determine their respective retention times and area, followed by simultaneous readout, to construct a single pattern.

The retention times (t) and area (a) of the pelargonic, azelaic, elaidic and oleic acids were: 5.9 minutes and 537,138,819; 7.8 minutes and 113,433,890; 9.4 minutes and 1,274,291,989; and 12.9 minutes and 75,971,297, respectively.

**ETHICAL ASPECTS**

This study was submitted to the Research Ethics Committee of the Faculdade Adventista da Bahia and approved under protocol no. 34017514.5.0000.0042. Throughout the entire study, the guidelines on research with human beings of Resolution 466/2012 of the National Health Council were observed.

**STATISTICAL ANALYSIS**

The data were previously analyzed by the Shapiro-Wilk test, with regard to symmetry. For characterization of the following variables: BMI, age, HOMA-IR, HOMA-β, insulin, glycemia, TG, CT, HDL, LDL and TG/HDL, vitamins, minerals and fatty acids, the mean and standard deviation or median and interquartile interval were used, depending on the behavior of the variable. The level of significance was defined by the value of  $p < 0.05$ .

For comparison of the effects of exercise on the percentage of fatty acids (pelargonic, azelaic, elaidic and oleic) in the serum of obese women, inter- and intragroup comparisons were made by using the paired and non-paired Student's-t test in cases of symmetry. The data were analyzed by using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) software program, version 24.0.

**RESULTS**

In table I the authors observed that no differences were found when the clinical, anthropometric and lipid profile variables

**Table I. Clinical and anthropometric characteristics of the sample per control and exercise group, on the first day of blood collection (n = 66)**

Variables	CG (n = 33)	EG (n = 33)	p
Age	23 ± 4	25 ± 3	0.25
Body mass index	30 ± 4	29 ± 4	0.44
Triglycerides (mg/dl)	99 ± 43	102 ± 64	0.81
Total cholesterol (mg/dl)	163 ± 29	159 ± 30	0.59
High density lipoprotein (mg/dl)	45 ± 8	49 ± 10	0.11
Low density lipoprotein (mg/dl)	97 ± 24	89 ± 26	0.18
TG/HDL	2 ± 1.4	2.2 ± 1.6	0.897
Glycemia (mg/dl)	84 ± 9	82 ± 8	0.22
Insulin (mIU/ml)	12 ± 6	8 ± 5	0.01*
HOMA-IR	2.9 ± 1.4	2.0 ± 1.3	0.01*
HOMA-β	40 ± 19	27 ± 18	0.01*

CG: control group; EG: experimental group. Mean ± standard deviation; Student's-t test. \* $p < 0.05$ .

were compared. The insulin, insulin resistance and insulin sensitivity values were observed to be more elevated in the control group.

In table II the intra-group analysis of the percentages of fatty acids contained in the serum of women with increased body weight may be observed. No differences between the control and exercise groups were found when the percentages of fatty acids before and afterwards were compared.

When the intergroup analysis was performed of the differences (after/before) in the percentages of fatty acids contained in the serum of women with increased body weight, the authors observed that no differences were found between the control and exercise groups (Table III).

**Table II. Intra-group analysis of the percentages of fatty acids contained in the serum of women with increased weight, before and after, in the exercise and control groups**

	Before	After	p
<b>GE (n = 33)</b>			
Pelargonic (%)	0.12 ± 0,06	0.15 ± 0.4	0.507
Azelaic (%)	20.3 ± 10,5	27.7 ± 25.4	0.295
Elaidic (%)	0.03 ± 0,01	0.04 ± 0.02	0.328
Oleic (%)	16.1 ± 7,4	20.3 ± 14.6	0.236
<b>GC (n = 33)</b>			
Pelargonic (%)	0.70 ± 0,45	0.71 ± 0.51	0.935
Azelaic (%)	62.1 ± 26	57.1 ± 27	0.197
Elaidic (%)	0.05 ± 0,02	0.05 ± 0.03	0.530
Oleic (%)	26.8 ± 22,7	29.0 ± 22.4	0.525

CG: control group; EG: exercise group. Mean ± standard deviation; paired Student's-t test.

**Table III. Analysis of Δ (value % after-value % before) of medium and long chain fatty acids in the control and exercise groups (n = 33)**

	GC	GE	p-value
Δ Pelargonic (%)	0.02 ± 0.12	0.01 ± 0.33	0.984
Δ Azelaic (%)	7.34 ± 28.84	-5.01 ± 16.32	0.548
Δ Elaidic (%)	0.01 ± 0.02	0.01 ± 0.04	0.952
Δ Oleic (%)	4.17 ± 14.41	0.01 ± 27.4	0.356

CG: control group; GE: exercise group. Mean ± standard deviation; Student's-t test.

## DISCUSSION

In our studies, there was no evidence of differences in the percentages of plasma medium-chain fatty acids after low intensity physical activity. Studies have suggested that acute physical exercise promoted changes in the fatty acid transport genes, preceding increases in RNA expression (4), and that the change in these transporters favored greater fatty acid metabolism (5). Moreover, it is possible that exercise changes the composition of the fatty acids in plasma (18). In our study, we observed that the medium- and long-chain fatty acids present in the plasma of individuals with increased weight did not undergo changes 12 hours after the practice of low intensity physical exercise.

The process of fatty acid uptake and oxidation is of significant importance, both at rest and during light to moderate exercises. The fatty acids are the predominant source of substrate for ATP resynthesis (2). Oxidative metabolism allows energy to be obtained from fatty acids in an intramitochondrial localization. Thus, to enable acyl-CoA to be used by it (oxidative metabolism), it is necessary to overcome the impermeability of the external and cytoplasmic membrane of the mitochondria to attain the acyl-CoA. The enzyme responsible for this transport is carnitine-CoA acyltransferase (carnitine O-palmitoyltransferase). This enzyme presents greater specificity for palmitoyl-CoA, however, it catalyzes transport of fatty acids with a carbonated chain length between C4 and C18. Fatty acid chains longer than these are more difficult to be transported. Once within the mitochondria, acyl-CoA may be used in the lipolytic metabolism of Lynen (12). The fatty acids, which have 9C (azelaic and pelargonic) and 18C carbon molecules (oleic and elaidic), tested in this study are considered as medium- and long-chain fatty acids, and would have conditions to be more easily metabolized in the mitochondria for energy production. These fatty acids would be expected to present reduced percentages after physical activity.

Different studies have been presented relating to the effect of physical exercise on lipids; however, the results are still controversial (7,19,20,21). Over the last few decades, growing evidence could be observed that acute physical exercise could have a beneficial effect on the lipid profile (22,23,24), and it has also been observed that its effect could last for up to 48 hours after the exercise session (25). It is worth pointing out that the majority of studies have evaluated the late effect of acute exercise on lipids after time intervals of 12, 24 and 48 h. The difficulty with analyses and interpretation of these studies lies in the use of different physical activity protocols established (26).

In studies that have evaluated the drop in triglycerides in the post-prandial period, the calorie expenditure with physical exercise was the determinant factor in the magnitude of the drop in triglycerides. These studies suggested that very low intensities might not present significant results, due to the fact that they do not attain an adequate calorie expenditure to cause a reduction in the triglycerides (27,28), contradicting studies that suggested the practice of low intensity activity for better effect on fats oxidation (7,29).

As observed in table I, the control group presented a higher insulin index when compared to the exercise group. Since the increase in insulin could limit the mobilization of fatty acids (30), greater fatty acid mobilization was to be expected in the exercise group. However, in spite of the lower insulin values in the exercise group, this aspect did not favor greater fatty acid mobilization, because no differences were observed in the pelargonic, azelaic, oleic and elaidic values between the control and exercise groups.

Among the limitations observed in this study, the following are included: a single time interval of observation of the responses related to fatty acids 12 hours after exercise, and absence of caloric expenditure above 250 kcal for different comparisons. With reference to physical activity, factors such as calorie expenditure and time of observation may have a strong influence on the metabolic responses (31). This study presented the responses to a calorie expenditure and specific time, and for these variables, no changes were observed in the different fatty acid values, which cannot be affirmed for time intervals longer than 12 hours and calorie expenditures different from 250 kcal. Different physical exercise protocols must be investigated to contribute further elucidation about the effects of physical activity on the medium- and long-chain fatty acids.

## CONCLUSION

According to the results of this study, low intensity physical exercise does not change the medium- and long-chain fatty acids, in a subacute manner, in overweight women.

## ACADEMIC CONNECTION

This research is part of the doctoral thesis of Djeyne Silveira Wagnacker, at the Bahiana School of Medicine and Public Health, Salvador, BA, Brazil.

## REFERENCES

1. Kadhum AA, Shamma MN. Edible lipids modification processes: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2017;57(1):48-58. DOI: 10.1080/10408398.2013.848834
2. Jayewardene AF, Mavros Y, Reeves A, Hancock DP, Gwinn T, Rooney KB. Interactions between fatty acid transport proteins, genes that encode for them, and exercise: a systematic review. *J Cell Physiol* 2016;231(8):1671-87. DOI: 10.1002/jcp.25281
3. Harasim E, Kalinowska A, Stepek T, Chabowski A. The role of fatty-acid transport proteins (FAT/CD36, FABPpm, FATP) in lipid metabolism in skeletal muscles. *Postepy Hig Med Dosw* 2008;62:433-41.
4. Barres R, Yan J, Egan B, Treebak JT, Rasmussen M, Fritz T, et al. Acute exercise remodels promoter methylation in human skeletal muscle. *Cell Metab* 2012;15(3):405-11. DOI: 10.1016/j.cmet.2012.01.001
5. Egan B, Zierath JR. Exercise metabolism and the molecular regulation of skeletal muscle adaptation. *Cell Metab* 2013;17(2):162-84. DOI: 10.1016/j.cmet.2012.12.012
6. Jongh RT, Serné EH, Ijzerman RG, Vries G, Stehouwer CDA. Free fatty acid levels modulate microvascular function. *Diabetes* 2004;53:2873-82.
7. Jabbour G, Iancu H-D, Paulin A, Lavoie J-M, Lemoine-Morel S, Zouhal H. Effects of acute supramaximal cycle exercise on plasma FFA concentration

- in obese adolescent boys. *PLoS One* 2015;10(6):e0129654. DOI: 10.1371/journal.pone.0129654
8. Matsudo S, Araújo T, Marsudo V, Andrade D, Andrade E, Oliveira LC, et al. Questionário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Rev Bras Ativ Fis Saúde* 2001;6(2):05-18.
  9. 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;28:412-9.
  10. Plaisance EP, Mestek ML, Mahurin AJ. Postprandial triglyceride responses to aerobic exercise and extended-release niacin. *Am J Clin Nutr* 2008;88(4):30-7.
  11. Chen MJ, Fan X, Moe ST. Criterion-related validity of the Borg ratings of perceived exertion scale in healthy individuals: a meta-analysis. *J Sports Sci* 2002;20:873-99.
  12. Fisberg RM, Villar BS. Manual de receitas e medidas caseiras para cálculo de inquéritos alimentares. São Paulo: Signus; 2002.
  13. Santos RD, Gagliardi ACM, Xavier HT, Magnoni CD, Cassani R, Lottenberg AMP, et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz sobre o consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular. *Arq Bras Cardiol* 2013;100(1 Suppl 3):1-40.
  14. Mäkinen S, Nguyen HY, Skrobuk P, Koistinen HA. Palmitate and oleate exert differential effects on insulin signalling and glucose uptake in human skeletal muscle cells. *Endocr Connect* 2017;6(5):331-9.
  15. Bligh EG, Dyer WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* 1958;27(8):911-7.
  16. Garelnabi M, Litvinov D, Parthasarathy S. Evaluation of a gas chromatography method for azelaic acid determination in selected biological samples. *N Am J Med Sci* 2010;2(9):397-402. DOI:10.4297/najms.2010.2397
  17. Miyamoto S, Taylor SL, Barupal DK, Taguchi A, Wohlgemuth G, Wikoff WR, et al. Systemic metabolomic changes in blood samples of lung cancer patients identified by gas chromatography time-of-flight mass spectrometry. *Yeung PKF, ed. Metabolites* 2015;5(2):192-210. DOI:10.3390/metabo5020192.
  18. Lee S, Norheim F, Gulseth HL, Langleite TM, Kolnes KJ, Tangen DS. Interaction between plasma fetuin-A and free fatty acids predicts changes in insulin sensitivity in response to long-term exercise. *Physiol Rep* 2017;5(5):e13183. DOI:10.14814/phy2.13183
  19. Bilet L, Brouwers B, Van Ewijk PA, Hesselink MKC, Kooi ME, Schrauwen P. Acute exercise does not decrease liver fat in men with overweight or NAFLD. *Sci Rep* 2015;13(5):9709. DOI: 10.1038/srep09709
  20. Thivel D, Metz L, Julien A, Morio B, Duche P. Obese but not lean adolescents spontaneously decrease energy intake after intensive exercise. *Physiol Behav* 2014;123:41-6. DOI: 10.1016/j.physbeh.2013.09.018
  21. Bodel NG, Gillum T. 90 minutes of moderate-intensity exercise does not attenuate postprandial triglycerides in older adults. *Int J Exerc Sci* 2016;9(5):677-84.
  22. Durstine JL, Ferguson MA, Szymanski LM, Davis PG, Alderson LN, Trost SG, et al. Effect of single session exercise on lipoprotein(a). *Med Sci Sports Exerc* 1996;28:1277-81.
  23. Harrison M, O'Gorman DJ, McCaffrey N, Hamilton MT, Zderic TW, Carson BP, et al. Influence of acute exercise with and without carbohydrate replacement on postprandial lipid metabolism. *J Appl Physiol* 2009;106(3):943-9. DOI: 10.1152/jappphysiol.91367.2008
  24. Davitt PM, Arent SM, Tuazon MA, Golem DL, Henderson GC. Postprandial triglyceride and free fatty acid metabolism in obese women after either endurance or resistance exercise. *J Appl Physiol* 2013;114:1743-54. DOI: 10.1152/jappphysiol.00095.2013.
  25. Durstine JL, Thompson PD. Exercise in the treatment of lipid disorders. *Cardiol Clin* 2001;19:471-88.
  26. Thivel D, Rumbold PL, King NA, Pereira B, Blundell JE, Mathieu M-E. Acute post-exercise energy and macronutrient intake in lean and obese youth: a systematic review and meta-analysis. *Int J Obes* 2016;40(10):1469-79. DOI:10.1038/ijo.2016.122
  27. Ferreira AP, Ferreira CB, Souza VC, Córdova COA, Silva GCB, Nóbrega OT, et al. The influence of intense intermittent versus moderate continuous exercise on postprandial lipemia. *Clinics* 2011;66(4):535-41. DOI: 10.1590/S180759322011000400003
  28. Katsanos CS, Grandjean PW, Moffatt RJ. Effects of low moderate exercise intensity on postprandial lipemia and postheparin plasma lipoprotein lipase activity in physically active men. *J Appl Physiol* 2004;96:181-8.
  29. Vistisen B, Nybo L, Xu X, Hoy C-E, Kiens B. Minor amounts of plasma medium-chain fatty acids and no improved time trial performance after consuming lipids. *J Appl Physiol* 2003;95(6):2434-43.
  30. Hall GV. The physiological regulation of skeletal muscle fatty acid supply and oxidation during moderate-intensity exercise. *Sports Med* 2015;45(Suppl 1):S23-S32. DOI: 10.1007/s40279-015-0394-8
  31. Petto J, Batista ARMS, Oliveira CS, Ladeia AMT. Efeito agudo do exercício físico na lipemia pós-prandial: revisão. *Rev Bras Fisiol Exercício* 2012;11:111-4.



## Trabajo Original

Valoración nutricional

### Comportamiento hacia los alimentos y su asociación con el estado nutricional y la actividad física en una población general chilena

*Eating behavior and its association with nutritional status and physical activity in a general Chilean population*

Diana Marcela Rojas-Gómez<sup>1</sup>, Marcela Giacometto<sup>1</sup>, Claudio Olmos González<sup>2</sup>, Vanessa Arias<sup>1</sup>, Yasna Muñoz-Carvajal<sup>1</sup>, Claudio Pérez-Leighton<sup>1</sup>, Constanza Núñez-Palma<sup>1</sup> y Raúl Rojas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Nutrición y Dietética. Facultad de Medicina. Universidad Andres Bello. Santiago, Chile. University of Minnesota. Minnesota, Estados Unidos. <sup>2</sup>Escuela de Medicina. Universidad Andrés Bello. Santiago, Chile

#### Resumen

**Introducción:** la obesidad se ha transformado en una enfermedad crónica cuya etiología puede basarse en un desequilibrio entre el aporte y el gasto energético del individuo. Por lo tanto, el comportamiento frente al consumo de alimentos y la actividad física juegan un papel importante como determinantes clave en el resultado del balance energético.

**Métodos:** en el presente estudio se analizó la conducta frente al consumo de alimentos y la actividad física y su asociación con el estado nutricional en una población general chilena. Fue un estudio de corte transversal en 629 personas, pertenecientes a la comunidad universitaria de la Universidad Andres Bello. Los sujetos contestaron encuestas en línea acerca de antecedentes sociodemográficos, antropométricos, actitud frente al consumo de alimentos (TFEQ) y actividad física (GPAQ).

**Resultados:** la estructura factorial del cuestionario TFEQ en español mostró dos factores: el factor de –restricción cognitiva– y el factor de –desinhibición frente a los alimentos–. Con relación al estado nutricional, se encontró que un 39,4% de la población presentó malnutrición por exceso. En cuanto a la actividad física, la mitad de los sujetos realizaban menos de 36 minutos de ejercicio al día. Los individuos con una conducta desinhibida frente a los alimentos presentaron menor práctica de actividad física total. Adicionalmente, sujetos con índice de masa corporal (IMC) bajo y con mayor edad tuvieron mayor probabilidad de presentar una conducta restrictiva frente a los alimentos.

**Conclusión:** en el cuestionario TFEQ se encontraron dos factores que explican la variación de la conducta frente al consumo de alimentos, los cuales se asociaron con IMC y con actividad física en la población de estudio.

#### Palabras clave:

Actitud frente a los alimentos. Actitud frente al consumo de alimentos. Actividad física. Índice de masa corporal.

#### Abstract

**Introduction:** obesity has become a chronic disease whose etiology can be based on an imbalance between the contribution and energy expenditure of the individual, where the behavior against food consumption and physical activity play an important role as determinants in this energy balance.

**Methods:** in the present study, behavior in relation to food consumption and physical activity and its association with nutritional status in a general Chilean population was analyzed. It was a cross-sectional study in 629 people, belonging to the university community of the Andres Bello University. The subjects answered online surveys about sociodemographic, anthropometric, attitude to food consumption (TFEQ) and physical activity (GPAQ).

**Results:** the factorial structure of the TFEQ questionnaire in Spanish showed two factors: the “cognitive restriction” factor and the “disinhibition versus food” factor. With regard to nutritional status, it was found that 39.4% of the population had malnutrition due to excess. In relation to physical activity, half of the subjects performed less than 36 minutes of exercise per day. Individuals with uninhibited behavior towards food presented less practice of total physical activity. Additionally, subjects with low BMI and with greater age were more likely to present a restrictive behavior towards food.

**Conclusion:** in the TFEQ questionnaire, two factors were found that explain the variation of behavior in relation to food consumption, which were associated with BMI and with physical activity in the study population.

#### Key words:

Eating behavior. Attitude to food consumption. Physical activity. Body mass index.

Recibido: 29/01/2018 • Aceptado: 18/08/2018

Rojas-Gómez DM, Giacometto M, Olmos González C, Arias V, Muñoz-Carvajal Y, Pérez-Leighton C, Núñez-Palma C, Rojas R. Comportamiento hacia los alimentos y su asociación con el estado nutricional y la actividad física en una población general chilena. *Nutr Hosp* 2018;35(6):1316-1323

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1805>

#### Correspondencia:

Diana Marcela Rojas Gómez. Escuela de Nutrición y Dietética. Universidad Andres Bello. República, 590. Santiago, Chile  
e-mail: [diana.rojas@unab.cl](mailto:diana.rojas@unab.cl)

## INTRODUCCIÓN

El sobrepeso y la obesidad se han convertido en un problema de salud pública que cada día cobra más relevancia en todas las sociedades del mundo, debido a su asociación entre la calidad de vida deteriorada y el mayor riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles, por lo que trae como consecuencia el aumento del costo económico de salud (1-5).

La obesidad es una condición fisiopatológica compleja que se caracteriza por un exceso de tejido adiposo, de causas multifactoriales y con una variabilidad individual en la susceptibilidad de padecer esta enfermedad (6-8). Uno de los principales factores que mejor determinan la etiología de la obesidad es el desequilibrio que existe entre el aporte y el gasto energético. El consumo calórico del individuo está influenciado por la cantidad y variedad de los macronutrientes ingeridos, lo cual, a su vez, está condicionado por el comportamiento o la conducta que tiene el individuo frente a los alimentos. La conducta alimentaria es un concepto que abarca tres elementos principales: conductual, cognitivo y afectivo. La regulación de la ingesta de alimentos se encuentra determinada por el límite fisiológico de hambre-saciedad y el límite psicológico o cognitivo. Interesantemente, la conducta alimentaria se relaciona con el estado nutricional (9,10), de manera que individuos con rasgos de personalidad impulsiva y con conducta de desinhibición alimentaria pueden estar asociados a una malnutrición por exceso (11-13).

Existen diferentes instrumentos destinados a evaluar la conducta alimentaria. El Cuestionario de Tres Factores de la Alimentación (Three Factor Eating Questionnaire [TFEQ]) es uno de los más utilizados y validados en diversas poblaciones. El TFEQ evalúa a través de 51 ítems tres dimensiones de la conducta alimentaria: a) restricción cognitiva o tendencia al autocontrol de la ingesta; b) desinhibición o tendencia a comer en exceso en base a la dificultad para detener la ingesta alimentaria al límite autoimpuesto; y c) susceptibilidad al hambre, que considera los sentimientos subjetivos de hambre y el deseo por la comida (14).

El segundo componente del balance energético es el gasto calórico, que depende en gran medida de la actividad física realizada por el individuo. La actividad física es entendida como el movimiento corporal ejecutado por el músculo esquelético y que genera un gasto energético. El tema de la actividad física ha cobrado interés en las últimas décadas, pues es un determinante etiológico clave en la obesidad y en enfermedades crónicas no transmisibles. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha sugerido que la población adulta de entre 18 y 64 años de edad debería practicar por lo menos 150 minutos de actividad física moderada durante la semana (15).

Los instrumentos más utilizados para determinar la actividad física comprenden herramientas objetivas (monitores basados en acelerometría y podómetros) e instrumentos indirectos como los cuestionarios. Estos últimos son ampliamente utilizados en estudios de salud pública debido a su bajo costo y a la facilidad de su aplicación en grandes poblaciones. El Cuestionario Mundial sobre Actividad Física (GPAQ, por sus siglas en inglés) es un cuestionario ampliamente utilizado para determinar la actividad física y fue

desarrollado por la OMS en el año 2002. El instrumento se compone de 16 preguntas que evalúan la intensidad, la frecuencia y la duración de actividades típicas en diferentes dominios que son ejecutadas durante la semana, como, por ejemplo, trabajo, transporte o desplazamiento y recreación. Quince ítems cubren la actividad física *per se* y el ítem adicional cubre el sedentarismo (16).

El objetivo del presente trabajo fue determinar la correlación entre el comportamiento hacia los alimentos, la actividad física y el estado nutricional en una población general adulta no clínica perteneciente a la comunidad universitaria de la Universidad Andrés Bello (UNAB).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### SUJETOS

Se llevó a cabo un estudio observacional, de corte transversal, en una muestra de personas mayores de 18 años pertenecientes a la comunidad de la UNAB (administrativos, académicos y estudiantes de pregrado y de posgrado).

El reclutamiento de sujetos se realizó a través de una invitación dirigida por correo electrónico institucional, que incluyó una descripción general del estudio y un enlace a la página web, en la cual las personas que desearon participar del estudio aceptaron el consentimiento informado y accedieron a una encuesta en línea acerca de datos sociodemográficos, reporte de antecedentes antropométricos y actitudes frente al consumo de alimentos (TFEQ). Los datos fueron recolectados de forma nominativa; sin embargo, durante el estudio fueron tratados de forma anónima.

Los criterios de exclusión del presente estudio fueron ser menor de 18 años de edad y el autorreporte de alguna enfermedad crónica como hipertensión arterial o diabetes mellitus.

### Antecedentes antropométricos

Se solicitó el autorreporte de peso corporal (kg) y estatura (cm) para calcular el índice de masa corporal (IMC) y clasificar el estado nutricional. Además, se solicitó el reporte del peso corporal (kg) del último año para conocer su variación. En una submuestra de la población se validó el reporte de peso y talla con datos antropométricos objetivos, medidos por profesionales del área, utilizando el protocolo de los estándares internacionales para mediciones antropométricas de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK). El peso se obtuvo con una balanza electrónica de precisión marca Seca®, modelo 769, con rango entre 0 y 150 kg y precisión de 100 g y la estatura se midió utilizando un tallímetro marca Seca® modelo 220, con precisión de 1 mm.

### Actitud frente al consumo de alimentos

Se aplicó el cuestionario TFEQ propuesto por Stunkard y Messick (14) en versión traducida al español y validada en una

población universitaria por Sánchez y cols. (17), adaptado para la población chilena para autorreporte. El TFEQ contempla 51 preguntas, divididas en dos ítems: el primero considera 36 preguntas de respuesta verdadero-falso y la segunda parte incluye 15 preguntas con respuestas en escala Likert. La calificación de cada respuesta es de 0 o 1. El cuestionario se divide en tres factores relacionados con el consumo de alimentos: a) restricción cognitiva o tendencia al autocontrol de la ingesta (en cantidad o tipo de alimentos) para controlar el peso corporal, con 21 preguntas; b) desinhibición o dificultad para detener la ingesta alimentaria con base al límite autoimpuesto, con 16 preguntas; y c) susceptibilidad al hambre, con 14 preguntas.

La encuesta fue desarrollada en la plataforma web e-encuesta.com, plan marca blanca, con acceso a base de datos restringido a los investigadores del estudio.

Todos los participantes aceptaron el consentimiento informado para su participación en el estudio. Este trabajo cumple con las normas éticas de la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el Comité de Bioética de la Facultad de Medicina de la UNAB.

### Actividad física

Para determinar la actividad física de los sujetos participantes del estudio se aplicó el cuestionario desarrollado por la OMS Cuestionario Mundial de Actividad Física (Global Physical Activity Questionnaire [GPAQ]). Las variables de actividad física incluidas por el GPAQ fueron las relacionadas con el trabajo, el desplazamiento y el tiempo libre. Este instrumento también determinó la intensidad de la actividad física en moderada o vigorosa en las variables de trabajo y tiempo libre; para la variable de desplazamiento la intensidad fue clasificada como moderada. El GPAQ avalúó también el comportamiento sedentario del individuo. El reporte se realizó de acuerdo a la actividad física del sujeto realizada en un día típico de la semana.

### ANÁLISIS DE DATOS

El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico SPSS 19.0 para Windows.

Para describir la muestra, así como los resultados de investigación, se usaron elementos de estadística descriptiva como media, mediana, distribución en percentiles, desviación estándar y diagrama de cajas. Con el objeto de comparar la cantidad de actividad física entre hombres y mujeres, así como para comprobar si existe una asociación entre el tipo de conducta frente a los alimentos y la cantidad de actividad física, se aplicó la prueba de Wilcoxon, con un nivel de significancia de 0,05. Con el objetivo de establecer un modelo que pudiese ayudar a comprender cómo se relacionan las variables IMC, sexo, edad y cantidad de actividad física con la conducta alimentaria, se estableció un modelo de regresión logística. La significación estadística se alcanzó con  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

Se encuestó a un total de 757 personas entre estudiantes, funcionarios y académicos de la Universidad Andres Bello, a los que se les aplicaron los criterios de exclusión antes mencionados. Esto dio como resultado un total de 629 sujetos de estudio.

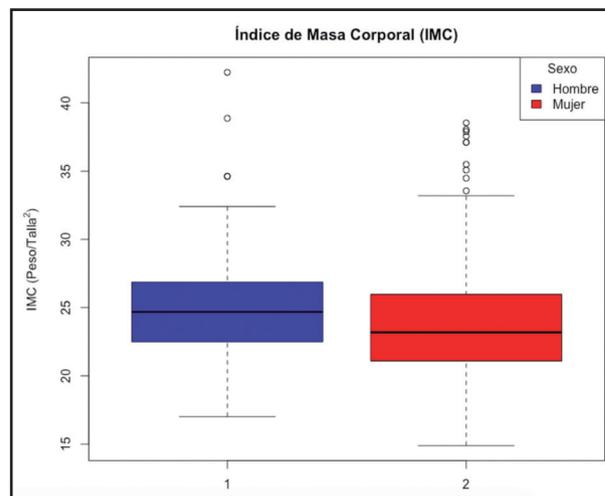
De ellos, un 72,3% fueron mujeres y un 27,7%, hombres. Las edades fluctuaron entre 18 y 72 años, con una mediana de edad de 25 años (percentil 25/75: 21/33 años; media: 28,3 años; DS: 9,98 años) (Tabla I).

En cuanto al IMC, la media resultó ser de 24,3 y la mediana, de 23,5 (percentil 25/75: 21,5/26,4; DE: 3,89 años). Su distribución por cuartiles según sexo se expresó mediante diagrama de cajas (Fig. 1).

De acuerdo a los datos antropométricos autorreportados, se observó que el 57,3% de las personas presentó un estado nutricional normal y que la malnutrición por exceso (sobrepeso y obesidad) afectó al 39,8% de la muestra.

**Tabla I. Características demográficas de la población**

Variable	Media o rango intercuartil
Total (n = 629)	
Edad (años) (SD)	28,3 (9,98)
Género femenino (%)	72,3
IMC (kg/m <sup>2</sup> ) (SD)	24,3 (3,89)
<i>Estado nutricional basado en el IMC</i>	
Desnutrición (%)	2,9
Normo-peso (%)	57,3
Sobrepeso (%)	29,4
Obesidad (%)	10,4



**Figura 1.**

Diagrama de cajas para resultados de IMC entre las personas encuestadas, según sexo.

La validación de los datos antropométricos autorreportados fue realizada con mediciones obtenidas en una submuestra de la población (69 individuos) mediante antropometría. Los datos mostraron un coeficiente de correlación de Spearman de  $R^2$  0,96 ( $p < 0,001$ ) para el peso y de  $R^2$  0,97 ( $p < 0,001$ ) para la talla.

### CONDUCTA ALIMENTARIA

Con respecto al cuestionario TFEQ en la versión en español, se encontró mediante la técnica de componente principal y el análisis con método ortogonal con rotación varimax que existen solo dos factores que explican el 27,5% de la varianza total. La estructura factorial generada agrupó 41 ítems del cuestionario original, dejando diez ítems fuera de la estructura (las preguntas 4, 11, 16, 17, 25, 31, 46, 47 y 48 fueron eliminadas). El primer factor generado se denomina *Restricción cognitiva del consumo de alimentos (factor de restricción)*, que agrupa 17 ítems que explicaron el 17,29% de la varianza total. Este factor presentó un nivel de consistencia interna adecuado ( $\alpha = 0,77$ ). La versión original del TFEQ contenía 21 ítems para este factor, que se reducen en cuatro ítems en este trabajo. El segundo factor resultó en una combinación de los factores *desinhibición frente a la comida/susceptibilidad a hambre (factor de desinhibición)*, que agrupa 24 ítems que explicaron el 10,17% de la varianza total. Este factor presentó un nivel de consistencia interna adecuado ( $\alpha = 0,78$ ). El tercer factor de "susceptibilidad al hambre" no pudo ser replicado de acuerdo con la estructura original.

Según los resultados del cuestionario TFEQ, se observó que el 51,5% de los sujetos presentaron una conducta de desinhibición ante los alimentos y un 48,5%, una conducta restrictiva. En la tabla II se observa esta categorización de acuerdo al sexo.

### ACTIVIDAD FÍSICA

Asimismo, se aplicó el cuestionario mundial de actividad física GPAQ, que establece la cantidad de actividad física que realizan los encuestados tanto en el lugar de trabajo/estudio y durante el traslado como también la actividad física realizada con carácter recreacional durante un día.

Se observó que la mitad de los sujetos de estudio realizaron menos de 36 minutos de ejercicio al día (percentil 25/75: 11/84 min/día) (Fig. 2), mientras que en la duración de la actividad física total no se encontró diferencia significativa entre hombres y mujeres (Fig. 3).

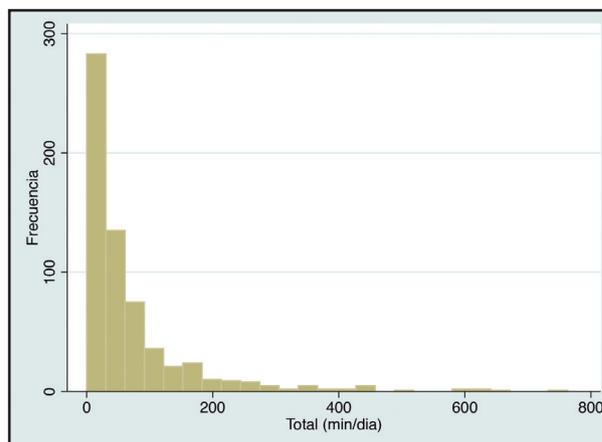


Figura 2.

Histograma de frecuencias de actividad física total realizada diariamente, por los sujetos encuestados.

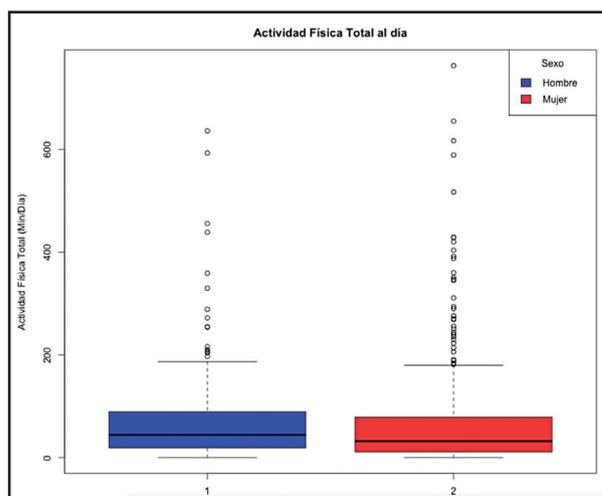


Figura 3.

Diagrama de cajas para resultados de Actividad Física entre las personas encuestadas, según sexo.

Al analizar la actividad física por dominio, se observó que tanto en hombres como en mujeres la mayor cantidad de actividad fue realizada en el traslado hacia su lugar de trabajo o estudio (Tabla III). Se encontró que existen diferencias significativas en la

Tabla II. Conducta frente a los alimentos según sexo

	Desinhibición		Restricción		Total	
	n	%	n	%	n	%
Hombre	93	53,4%	81	46,6%	174	100%
Mujer	231	50,8%	224	49,2%	455	100%
Total	324	51,5%	305	48,5%	629	100%

**Tabla III.** Descripción del tiempo de actividad física total y por dominio en población UNAB, según sexo (GPAQ)

AF total y por dominio (min/día por persona)*	Mujeres (n = 455)	Hombres (n = 174)	Total (n = 629)
AF total (rango)	32 (0-786)	45 (0-636)	37 (0-786)
Trabajo (rango)	0 (0-763)	0 (0-429)	0 (0-763)
Desplazamiento (rango)	20 (0-655)	26 (0-420)	21 (0-655)
Recreacional (rango)	0 (0-255)	0 (0-133)	0 (0-255)

\*Datos expresados en mediana y rango, P50 (rango). AF: actividad física. GPAQ: Global Physical Activity Questionnaire.

actividad física realizada entre hombres y mujeres de acuerdo a la prueba de Wilcoxon ( $p = 0,015$ ).

dísticamente significativa ( $p = 0,04$  en el IMC;  $p = 0,02$  para la edad). La expresión algebraica que explica este modelo, se expresa en la ecuación:

## RELACIÓN ENTRE CONDUCTA ALIMENTARIA Y ACTIVIDAD FÍSICA

Según el análisis de regresión logística, se determinó que existe una correlación entre la cantidad de minutos de actividad realizada y el comportamiento hacia los alimentos. Los resultados del análisis mostraron que los individuos que presentaron una conducta desinhibida frente a los alimentos tienen menor práctica de actividad física total (Tabla IV). Al aplicar la prueba de Wilcoxon, se observó que existen diferencias significativas en relación a la cantidad de actividad física diaria entre los sujetos que presentan una conducta desinhibida *versus* aquellos con conducta restrictiva hacia los alimentos ( $p = 0,026$ ).

Para establecer la existencia de una asociación entre la cantidad de actividad física que se realiza diariamente, el IMC, la edad o el sexo, en relación a la conducta frente a los alimentos, los datos fueron sometidos a un análisis de regresión logística. Los resultados de este análisis mostraron que los individuos que presentan un IMC menor y tienen mayor edad presentan una mayor probabilidad de tener una conducta restrictiva frente a los alimentos. Ambos aspectos resultaron tener una relación esta-

$$\log(\text{conducta alimentaria}) = -0,684 - 0,0008 * \text{Actividad física} + 0,109 * \text{SexoM} - 0,026 * \text{Edad} + 0,062 * \text{IMC}$$

Por otra parte, se presentó una tendencia más elevada a tener una conducta restrictiva frente a los alimentos en sujetos de género femenino que presentaron mayor tiempo de actividad física. Sin embargo, ninguno de estos elementos resultó ser significativo de acuerdo al modelo aplicado ( $p = 0,31$  en la actividad física;  $p = 0,55$  para el sexo).

## DISCUSIÓN

En la presente investigación se encontró que el 39,4% de la población tenía malnutrición por exceso. Sin embargo, este dato está por debajo de los antecedentes reportados en la Encuesta Nacional de Salud de Chile 2016-2017 (5), donde el sobrepeso y la obesidad afectó a cerca del 70% de las personas entre los 20 y 29 años, grupo etario donde se concentró la mayoría del grupo estudiado. Esta diferencia puede explicarse debido a que nuestro grupo de estudio fue homogéneo en características sociodemográficas y representado en su mayoría por mujeres.

Adicionalmente, se analizó la conducta hacia los alimentos empleando el cuestionario TFEQ. El cuestionario original TFEQ en su versión en lengua inglesa (14) evalúa tres factores relacionados con el comportamiento hacia los alimentos: el primer factor, –restricción cognitiva en la ingesta de alimentos–, mide la intención consiente en la restricción del consumo de alimentos; el segundo factor, “desinhibición en el control en el consumo de alimentos”, determina la tendencia que presenta un individuo de perder el control en el consumo de alimentos una vez iniciada la ingesta o el consumo excesivo en las comidas debido a estados emocionales; y el tercer factor, “susceptibilidad al hambre”, evalúa los sentimientos subjetivos de hambre y el deseo por la comida (14).

**Tabla IV.** Descripción del tiempo de actividad física total y por dominio en relación a la conducta frente a los alimentos

AF total y por dominio	min/día por persona*		
	Desinhibición (n = 324)	Restricción (n = 305)	Total (n = 629)
AF total	31 (0-786)	43 (0-763)	37 (0-786)
Trabajo	0 (0-566)	0 (0-763)	0 (0-763)
Desplazamiento	17 (0-655)	26 (0-420)	21 (0-655)
Recreacional	0 (0-174)	0 (0-255)	0 (0-255)

\*Datos expresados en mediana y rango, P50 (rango). AF: actividad física. GPAQ: Global Physical Activity Questionnaire.

El análisis de la estructura factorial del instrumento TFEQ en la versión en castellano aplicado mostró solo dos factores: el primer factor está relacionado con la restricción cognitiva del consumo de alimentos y el segundo factor, con la desinhibición frente a la comida. La tercera subescala, que se refiere al "hambre", de la versión original de Stunkard y Messick (14) no logró ser replicada en la muestra de estudio y fue fusionada con el factor de desinhibición. Esta estructura binomial del cuestionario resultó ser similar a la encontrada en otros estudios que, de igual forma, reportaron la imposibilidad de diferenciar entre los factores de hambre y desinhibición (17-19). Con respecto al factor de "susceptibilidad al hambre" o "hambre", fue originalmente concebido para determinar o evaluar la propensión fisiológica u homeostática al hambre (14), sin embargo, los análisis reportados para este factor no son completamente claros de los diferentes estudios en la literatura. En una versión española del cuestionario, Sánchez-Carracedo y cols. (17) demostraron que este factor no es coherente ni a nivel conceptual ni psicométrico, pero, además, los autores concluyeron que prácticamente todos los ítems presentes en este factor estaban incluidos en el factor de desinhibición en la muestra de la adaptación española (17).

Karlsson y cols. (20) fueron igualmente incapaces de reproducir la estructura original tripartita factorial en la versión sueca del TFEQ cuando este instrumento fue aplicado en una amplia población obesa ( $n = 4.377$ ). La mayoría de los ítems asignados para desinhibición y susceptibilidad al hambre formaron un segundo factor global. Esta falla en detectar diferencias entre estos dos factores en una población obesa puede ser sustentada bajo la hipótesis del modelo interno-externo para la obesidad, donde se sugiere que los individuos obesos son más susceptibles a estímulos ambientales que los tientan a comer, es decir, que tienen una propensión al consumo hedónico de los alimentos, y lo hacen a su vez menos controlados por señales internas fisiológicas que regulan el apetito, lo que implica una desregulación en el control homeostático del apetito.

De forma similar, Taboada y cols. (21) encontraron la misma falencia de distinguir entre los factores de desinhibición y susceptibilidad al hambre en una población obesa mórbida al aplicar el TFEQ en la versión española.

Más recientemente, en un estudio realizado por el grupo de Yeomans y McCrickerd (22), se encontró que la escala de susceptibilidad al hambre presentaba dificultad para ser evaluada de forma objetiva, debido a que este componente fue parcialmente dependiente de la condición o estado de hambre del individuo en el momento exacto de la aplicación del cuestionario y, por lo tanto, los ítems incluidos para este factor no fueron lo suficientemente sensibles para evaluar la característica *per se* que presenta un individuo frente al estado fisiológico de hambre de forma permanente.

Con respecto al factor de restricción hacia los alimentos, los análisis de regresión logística del presente trabajo mostraron la existencia de una tendencia aumentada a tener una conducta restrictiva en individuos que tuvieron IMC bajos pero de mayor edad. La restricción en la ingesta es considerada como el esfuerzo por restringir el consumo calórico de los alimentos e involucra

procesos de autorregulación de la ingesta. Este comportamiento está dirigido principalmente a la obtención o sostenimiento de un peso corporal deseable.

La conducta restrictiva frente a los alimentos puede verse afectada por otros componentes tales como la imagen corporal, las tendencias sociales de comparación y los cambios de peso (23) y ha sido tema de diversas investigaciones por su impacto en el control del peso corporal; sin embargo, hasta el momento no existe un consenso claro de la validez de este factor y su relación con la ingesta de energía o con el balance energético. La asociación entre el IMC y la restricción hacia los alimentos ha sido establecida por diferentes grupos de investigación y en diversos sujetos de estudio, los cuales han reportado correlaciones significativas (24-26) o, por el contrario, ninguna asociación entre estos dos factores (27-30).

Esta incapacidad de establecer una conexión clara entre la escala de restricción y el IMC puede explicarse por la presencia de variantes dentro del mismo factor. Westenhoefer y cols. (31) han diferenciado dos tipos de restricción cognitiva, la –restricción flexible– y la –restricción rígida–, las cuales a su vez presentan asociaciones diferenciales con el estado nutricional. Individuos que presentan tendencia a un comportamiento rígido suelen tener dificultad en el control de peso corporal y, por consecuencia, presentar IMC elevados (31). Por el contrario, personas con comportamientos con restricción flexible hacia los alimentos muestran mayor probabilidad de regular con éxito su peso corporal (32,33). Otro componente que juega un rol en el comportamiento restrictivo se refiere al estado del peso corporal actual y, en este sentido, por ejemplo, en sujetos normopeso se observa frecuentemente una correlación positiva entre el IMC y el factor de restricción (32).

La edad también influye en el comportamiento restrictivo. En el presente trabajo observamos una relación positiva entre estas dos variables, resultados que fueron similares a los encontrados por otros autores (34), donde individuos de mayor edad presentaron promedios más altos en el dominio de restricción cognitiva y estos valores fueron estadísticamente significativos.

Existe evidencia fisiológica de la existencia de una relación entre las redes cerebrales y la conducta restrictiva frente al consumo de alimentos (35). Winter y cols. (36) realizaron el análisis de uno de los componentes del sistema de recompensa y la relación que este componente podía presentar con el consumo restrictivo de los alimentos. Los resultados mostraron que existe una activación asimétrica alfa en el córtex prefrontal derecho en sujetos con comportamiento restrictivo en la ingesta. Sin embargo, los mecanismos biológicos exactos involucrados en la regulación de la conducta alimentaria permanecen sin esclarecer.

Con respecto a los resultados obtenidos con el instrumento GPAQ, se observó que la mitad de los sujetos de estudio realizaron menos de 36 minutos de ejercicio físico. Estos bajos niveles de actividad física observados son coherentes con los reportados por otros autores en población chilena. Un estudio realizado por Martínez y cols. (39) mostró una alta prevalencia de sedentarismo, donde los individuos de sexo femenino tenían mayor predisposición al sedentarismo con respecto a los hombres en una población general.

Adicionalmente, se encontró que tanto en hombres como en mujeres la mayor cantidad de la actividad se realizó durante el traslado hacia el lugar de trabajo o de estudio. Este tipo de actividad física ha sido centro de varios estudios epidemiológicos en la población chilena, en los cuales se ha observado que existe una correlación positiva entre los niveles de actividad física durante el traslado y un menor índice de adiposidad y de obesidad (37,38), así como con un bajo riesgo de sufrir enfermedades crónicas no transmisibles como diabetes, síndrome metabólico o cáncer (40).

Por otro lado, en el presente estudio se observó que existen diferencias significativas en relación a la cantidad de actividad física diaria entre los sujetos que presentan una conducta desinhibida *versus* aquellos con conducta restrictiva hacia los alimentos. Personas con una conducta desinhibida frente a los alimentos mostraron una menor práctica de actividad física. La relación entre actividad física y el comportamiento hacia los alimentos ha sido ya investigada, puesto que estos dos aspectos comprometen estilos de vida similares que finalmente se interrelacionan juntos para establecer el balance energético del individuo. De acuerdo con la revisión de literatura realizada por Bryant y cols. (41) acerca del factor de desinhibición, se puede establecer que existe una correlación entre este factor y la actividad física. El ejercicio físico puede tener una influencia positiva en individuos con comportamientos alimentarios desinhibidos disminuyendo la motivación para comer. El mecanismo fisiológico que podría explicar este comportamiento se refiere a que el ejercicio podría mejorar sustancialmente la función cognitiva a través de diferentes dominios, principalmente en la función ejecutiva, lo cual a su vez modificaría la conducta alimentaria (42). Sin embargo, otras investigaciones muestran una correlación negativa entre individuos con comportamientos desinhibidos hacia los alimentos y la cantidad de actividad física desarrollada. Shook y cols. (43) demostraron que pacientes con comportamientos de desinhibición frente a la ingesta de alimentos presentaban niveles más bajos de actividad física comparados con sujetos con conductas de restricción hacia los alimentos o de susceptibilidad al hambre. Bryant y cols. (44) observaron que sujetos con comportamientos dietarios de alta desinhibición y baja restricción presentaban mayor sedentarismo, y este mismo autor reportó que pacientes sometidos a una disminución de peso con incremento de actividad mostraban comportamientos más acentuados de restricción cognitiva hacia los alimentos (45). Estos resultados demuestran que existe una desregulación del control de la ingesta de alimentos cuando los sujetos presentan bajos niveles de actividad física.

Con respecto al comportamiento restrictivo, nuestro grupo de estudio presentó una tendencia más elevada a tener una conducta restrictiva frente a los alimentos en sujetos de género femenino y que al mismo tiempo tenían mayor actividad física; sin embargo, ninguno de estos elementos resultó ser significativo. La literatura reporta diversas asociaciones entre estos dos factores. En un estudio que comprometió a 3.591 participantes se observó que los individuos con mayor actividad física poseían estrategias y comportamientos relacionados con la restricción hacia el consumo de alimentos (46). Por el contrario, Sim y cols. (47) demostraron correlaciones negativas entre los dos elementos, puesto que el comportamiento restrictivo

hacia los alimentos junto a una actividad física aumentada predispone al sujeto para adquirir de forma paralela conductas alimentarias compensatorias que impedirían finalmente un gasto energético negativo consecuente del aumento en la actividad física.

Finalmente, el presente estudio tiene diversas limitaciones. En primer lugar, los datos obtenidos fueron por autorreporte y esto, obviamente, puede producir un sesgo. Sin embargo, una subpoblación del estudio fue invitada a participar en un estudio más detallado ( $n = 69$ ) y no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los datos antropométricos reportados. Otra desventaja fue la incapacidad que tuvo el estudio de discriminar los sujetos que estuviesen diagnosticados o autorreportados con depresión ya que estos parámetros pueden alterar los resultados. También debe tenerse en cuenta que la caracterización de la muestra se basó en adultos jóvenes, principalmente estudiantes universitarios, por lo que la generalización de los resultados en personas de mayor edad debe ser realizada con precaución.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Cawley J. An economy of scales: a selective review of obesity's economic causes, consequences, and solutions. *J Health Econ* 2015;43:244-68. DOI: 10.1016/j.jhealeco.2015.03.001
2. Finkelstein EA, Ruhm CJ, Kosa KM. Economic causes and consequences of obesity. *Annu Rev Public Health* 2005;26:239-57. DOI: 10.1146/annurev.publhealth.26.021304.144628
3. Papadopoulos S, Brennan L. Correlates of weight stigma in adults with overweight and obesity: a systematic literature review. *Obesity* 2015;23(9):1743-60. DOI: 10.1002/oby.21187
4. Spieker EA, Pyzocha N. Economic impact of obesity. *Prim Care* 2016;43(1):83-95. DOI: 10.1016/j.pop.2015.08.013
5. Ministerio de Salud. Encuesta Nacional de Salud (ENS). Primeros Resultados Chile 2016-2017; 2017. Citado: 21 el julio de 2018. Disponible en: [http://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2017/11/ENS-2016-17\\_PRIMEROS-RESULTADOS.pdf](http://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2017/11/ENS-2016-17_PRIMEROS-RESULTADOS.pdf)
6. Bes-Rastrollo M, Van Dam RM, Martínez-González MA, Li TY, Sampson LL, Hu FB. Prospective study of dietary energy density and weight gain in women. *Am J Clin Nutr* 2008;88(3):769-77. DOI: 10.1093/ajcn/88.3.769
7. Dullloo AG, Jacquet J, Solinas G, Montani J-P, Schutz Y. Body composition phenotypes in pathways to obesity and the metabolic syndrome. *Int J Obes (Lond)* 2010;34 Suppl 2:S4-S17. DOI: 10.1038/ijo.2010.234
8. Farias MM, Cuevas AM, Rodríguez F. Set-point theory and obesity. *Metab Syndr Relat Disord* 2011;9(2):85-9. DOI: 10.1089/met.2010.0090
9. Lee HA, Lee WK, Kong KA, Chang N, Ha EH, Hong YS, et al. The effect of eating behavior on being overweight or obese during preadolescence. *J Prev Med Public Health* 2011;44(5):226-33. DOI: 10.3961/jpmph.2011.44.5.226
10. Hays NP, Bathalon GP, McCrory MA, Roubenoff R, Lipman R, Roberts SB. Eating behavior correlates of adult weight gain and obesity in healthy women aged 55-65 y. *Am J Clin Nutr* 2002;75(3):476-83.
11. Jasinska AJ, Yasuda M, Burant CF, Gregor N, Khatri S, Sweet M, et al. Impulsivity and inhibitory control deficits are associated with unhealthy eating in young adults. *Appetite* 2012;59(3):738-47. DOI: 10.1016/j.appet.2012.08.001
12. Guerrieri R, Nederkoorn C, Jansen A. The interaction between impulsivity and a varied food environment: its influence on food intake and overweight. *Int J Obes (Lond)* 2008;32(4):708-14. DOI: 10.1038/sj.ijo.0803770
13. Nederkoorn C, Braet C, Van Eijs Y, Tanghe A, Jansen A. Why obese children cannot resist food: the role of impulsivity. *Eat Behav* 2006;7(4):315-22. DOI: 10.1016/j.eatbeh.2005.11.005
14. Stunkard AJ, Messick S. The three-factor eating questionnaire to measure dietary restraint, disinhibition and hunger. *J Psychosom Res* 1985;29(1):71-83. DOI: 10.1016/0022-3999(85)90010-8
15. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. WHO Techn Rep Series 2000;894:i-xii,1-253.

16. Armstrong T, Bull F, Maslin T. Development of the World Health Organization Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ). *J Public Health* 2006;14(2):66-70.
17. Sánchez-Carracedo D, Raich R, Figueras M, Torras J, Mora M. Adaptación preliminar del cuestionario de alimentación de Stunkard y Messick (Three Factor Eating Questionnaire, TFEQ) con una muestra española universitaria. *Psicol Conduct* 1999;7(3):393-413.
18. López-Aguilar X, Mancilla-Díaz JM, Vázquez-Arévalo R, Franco-Paredes K, Álvarez GL. Propiedades psicométricas del Cuestionario de Tres Factores de la Alimentación (TFEQ). *Rev Mex Trastor Aliment* 2011;2:24-32.
19. Taboada D, Navío M, Jurado R, Fernández V, Bayón C, Álvarez MJ, et al. Factor structure and psychometric properties of the TFEQ in morbid obese patients, candidates to bariatric surgery. *Psicothema* 2015;27(2):141-50. DOI: 10.7334/psicothema2014.46
20. Karlsson J, Persson LO, Sjöström L, Sullivan M. Psychometric properties and factor structure of the Three-Factor Eating Questionnaire (TFEQ) in obese men and women. Results from the Swedish Obese Subjects (SOS) study. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000;24(12):1715-25.
21. Taboada D, Navío M, Jurado R, Fernández V, Bayón C, Álvarez, MJ, et al. Factor structure and psychometric properties of the TFEQ in morbid obese patients, candidates to bariatric surgery. *Psicothema* 2015;27(2):147-50. Consulta: 22 de julio de 2018. ISSN 0214-9915. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72737093007>
22. Yeomans MR, McCrickerd K. Acute hunger modifies responses on the Three Factor Eating Questionnaire hunger and disinhibition, but not restraint, scales. *Appetite* 2017;110:1-5. DOI: 10.1016/j.appet.2016.12.008
23. Kupeli N, Norton S, Chilcot J, Campbell IC, Schmidt UH, Troop NA. Affect systems, changes in body mass index, disordered eating and stress: an 18-month longitudinal study in women. *Health Psychol Behav Med* 2017;18;5(1):214-28. DOI: 10.1080/21642850.2017.1316667
24. Lesdema A, Fromentin G, Daudin JJ, Arlotti A, Vinoy S, Tome D, et al. Characterization of the Three-Factor Eating Questionnaire scores of a young French cohort. *Appetite* 2012;59:385-90. DOI: 10.1016/j.appet.2012.05.027
25. Janelle KC, Barr SI. Nutrient intakes and eating behavior scores of vegetarian and nonvegetarian women. *J Am Diet Assoc* 1995;95:180-6. DOI: 10.1016/S0002-8223(95)00045-3
26. Goulet J, Provencher V, Piché ME, Lapointe A, Weisnagel SJ, Nadeau A, et al. Relationship between eating behaviours and food and drink consumption in healthy postmenopausal women in a real-life context. *Br J Nutr* 2008;100:910-7. DOI: 10.1017/S0007114508925459
27. Kruger R, De Bray JG, Beck KL, Conlon CA, Stonehouse W. Exploring the relationship between body composition and eating behavior using the Three Factor Eating Questionnaire (TFEQ) in young New Zealand women. *Nutrients* 2016;8(7). pii: E386. DOI: 10.3390/nu8070386
28. Provencher V, Drapeau, Tremblay A, Després J-P, Lemieux S. Eating behaviors and indexes of body composition in men and women from the Québec Family Study. *Obes Res* 2003;11:783-92. DOI: 10.1038/oby.2003.109
29. Borg P, Fogelholm M, Kukkonen-Harjula K. Food selection and eating behaviour during weight maintenance intervention and 2-y follow-up in obese men. *Int J Obes* 2004;28:1548-54. DOI: 10.1038/sj.ijo.0802790
30. Dykes J, Brunner EJ, Martikainen PT, Wardle J. Socioeconomic gradient in body size and obesity among women: the role of dietary restraint, disinhibition and hunger in the Whitehall II study. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004;28(2):262-8.
31. Westenhoefer J, Stunkard AJ, Pudel V. Validation of the flexible and rigid control dimensions of dietary restraint. *Int J Eat Disord* 1999;26(1):53-64.
32. Stewart TM, Williamson DA, White MA. Rigid vs. flexible dieting: association with eating disorder symptoms in nonobese women. *Appetite* 2002;38(1):39-44.
33. Timko CA, Perone J. Rigid and flexible control of eating behavior in a college population. *Eat Behav* 2005;6(2):119-25.
34. Loffler A, Luck T, Then FS, Sikorski C, Kovacs P, Böttcher Y, et al. Eating behaviour in the general population: an analysis of the factor structure of the German version of the three-factor-eating-questionnaire (TFEQ) and its association with the body mass index. *PLoS One* 2015;10(7):1-11. DOI: 10.1371/journal.pone.0133977
35. Park B-Y, Seo J, Park H. Functional brain networks associated with eating behaviors in obesity. *Sci Rep* 2016;6:23891. DOI: 10.1038/srep23891
36. Winter SR, Feig EH, Kounios J, Erickson B, Berkowitz S, Lowe MR. The relation of hedonic hunger and restrained eating to lateralized frontal activation. *Physiol Behav* 2016;1(163):64-9. DOI: 10.1016/j.physbeh.2016.04.050
37. Garrido-Méndez A, Díaz X, Martínez MA, Leiva AM, Álvarez C, Ramírez Campillo R, et al. Association of active commuting with obesity: findings from the Chilean National Health Survey 2009-2010. *Rev Med Chil* 2017;145(7):837-44. DOI: 10.4067/s0034-98872017000700837
38. Celis-Morales C, Salas C, Álvarez C, Aguilar Fariás N, Ramírez Campillos R, Leppe J, et al. Higher physical activity levels are associated with lower prevalence of cardiovascular risk factors in Chile. *Rev Med Chile* 2015;143(11):1435-43.
39. Martínez MA, Leiva AM, Petermann F, Garrido A, Díaz X, Álvarez C, et al. Factores asociados a sedentarismo en Chile: evidencia de la Encuesta Nacional de Salud 2009-2010. *Rev Med Chil* 2018;146(1):22-31. DOI: 10.4067/s0034-98872018000100022
40. Steell L, Garrido-Méndez A, Petermann F, Díaz-Martínez X, Martínez MA, Leiva AM, et al. Active commuting is associated with a lower risk of obesity, diabetes and metabolic syndrome in Chilean adults. *J Public Health (Oxf)* 2017;28:1-9. DOI: 10.1093/pubmed/idx092
41. Bryant EJ, King NA, Blundell JE. Disinhibition: its effects on appetite and weight regulation. *Obes Rev* 2008;9(5):409-19. DOI: 10.1111/j.1467-789X.2007.00426.x. E-pub 26 diciembre 2007.
42. Joseph RJ, Alonso-Alonso M, Bond DS, Pascual-Leone A, Blackburn GL. The neurocognitive connection between physical activity and eating behaviour. *Obes Rev* 2011;12(10):800-12. DOI: 10.1111/j.1467-789X.2011.00893.x
43. Shook RP, Hand GA, Drenowatz C, Hebert JR, Paluch AE, Blundell JE, et al. Low levels of physical activity are associated with dysregulation of energy intake and fat mass gain over 1 year. *Am J Clin Nutr* 2015;102(6):1332-8. DOI: 10.3945/ajcn.115.115360
44. Bryant EJ, Keizebrink K, King NA, Blundell JE. Interaction between disinhibition and restraint: implications for body weight and eating disturbance. *Eat Weight Discord* 2010;15:e43-5.
45. Bryant EJ, Caudwell P, Hopkins ME, King NA, Blundell J. Psycho-markers of weight loss. The roles of TFEQ disinhibition and restraint in exercise-induced weight management. *Appetite* 2012;58(1):234-41.
46. Catenacci VA, Odgen L, Phelan S, Thomas JG, Hill J, Wing RR, et al. Dietary habits and weight maintenance success in high versus low exercisers in the National Weight Control Registry. *J Phys Act Health* 2014;11(8):1540-8.
47. Sim AY, Lee LL, Cheon BK. When exercise does not pay: counterproductive effects of impending exercise on energy intake among restrained eaters. *Appetite* 2017;123:120-7. DOI: 10.1016/j.appet.2017.12.017



## Trabajo Original

Valoración nutricional

### Cribado nutricional en pacientes oncológicos: análisis de tres métodos *Analysis of three methods of nutritional screening in oncologic patients*

Eduardo Sánchez-Sánchez<sup>1,2,3</sup>, Inmaculada López-Aliaga<sup>1,2</sup> y M.<sup>a</sup> José Muñoz Alférez<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Fisiología. Universidad de Granada. Granada. <sup>2</sup>Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos "José Mataix Verdú". Universidad de Granada. Granada. <sup>3</sup>UGC Oncología y Radioterapia. Hospital Punta Europa. Algeciras, Cádiz

#### Resumen

**Introducción:** la desnutrición es una de las complicaciones que aparecen con mayor frecuencia en el paciente oncológico y provoca graves consecuencias como la pérdida de masa magra.

**Objetivo:** conocer qué método de cribado nutricional es más útil en la predicción de la pérdida de masa magra en pacientes oncológicos.

**Métodos:** se ha realizado un estudio descriptivo prospectivo en el que se evalúan el método de cribado nutricional Malnutrition Screening Tool (MST), el Malnutrition Universal Screening (MUST) y el Nutritional Risk Screening (NRS-2002) en pacientes oncológicos sometidos a tratamiento de radioterapia. Se analizó cada método mediante curvas ROC con cálculo AUC.

**Resultados:** el 48,73% de los pacientes presentan pérdida de masa magra. De ellos, el 29,44% presenta una pérdida de masa magra entre 0-2%; el 10,66%, entre el 2-5%; y el 8,13% presenta una pérdida de masa magra > 5%. Los resultados muestran que cuando se toma como punto de corte la pérdida de masa magra > 5%, el método MST presenta un AUC superior al presentado por el MUST y el NRS-2002 (0,596; IC: 0,444-0,747) y con significación estadística ( $p = 0,041$ ). Además, presenta una alta sensibilidad y valor predictivo positivo y negativo.

**Conclusiones:** el MST es un método de cribado nutricional más válido que el MUST y el NRS-2002 para predecir la pérdida de masa magra > 5% en pacientes oncológicos sometidos a tratamiento radioterápico. Se recomienda su uso rutinario en todos los pacientes que acuden a tratamiento de radioterapia.

#### Palabras clave:

Pérdida masa magra. Evaluación nutricional. Oncología. Desnutrición.

#### Abstract

**Background:** malnutrition is one of the complications that appears most frequently in oncological patients and causes serious consequences such as loss of lean mass.

**Objective:** to know which nutritional screening method is most useful in predicting the loss of lean mass in cancer patients.

**Methods:** a descriptive study was carried out evaluating three methods of nutritional screening, Malnutrition Screening Tool (MST), Malnutrition Universal Screening (MUST) and Nutritional Risk Screening (NRS-2002), in oncological patients undergoing radiotherapy treatment. Each method was analyzed by ROC curves with AUC calculation.

**Results:** loss of lean mass is present in 48.73% of the patients. Of them, 29.44% present a loss of lean mass between 0-2%; 10.66% of patients, between 2-5%; and 8.13% of patients present a loss of lean mass > 5%. The results show that when taking a loss of lean mass > 5% as a cut-off point, the MST method has a higher AUC than the one presented by the MUST and the NRS-2002 (0.596, CI: 0.444-0.747), with significant statistics ( $p = 0.041$ ). In addition, it presents high sensitivity and positive and negative predictive value.

**Conclusions:** MST is a more valid nutritional screening method than MUST and NRS-2002 to predict the loss of lean mass > 5% in oncological patients undergoing radiotherapy treatment. Its routine use is recommended in patients under radiotherapy treatment.

#### Key words:

Lean mass loss. Nutritional assessment. Oncology. Malnutrition.

Recibido: 02/03/2018 • Aceptado: 14/04/2018

Sánchez-Sánchez E, López-Aliaga I, Muñoz Alférez MJ. Cribado nutricional en pacientes oncológicos: análisis de tres métodos. *Nutr Hosp* 2018;35(6):1324-1330

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1878>

#### Correspondencia:

Eduardo Sánchez Sánchez. UGC Oncología y Radioterapia. Hospital Punta Europa. Área de Gestión Sanitaria Campo de Gibraltar. C/ Getares, s/n. 11207 Algeciras, Cádiz  
e-mail: [eduardo.sanchez.sanchez.sspa@juntadeandalucia.es](mailto:eduardo.sanchez.sanchez.sspa@juntadeandalucia.es)

## INTRODUCCIÓN

La desnutrición es un problema frecuente en el paciente con cáncer, con una prevalencia del 15-20% en el momento del diagnóstico y del 80-90% en pacientes con enfermedad avanzada (1).

El estudio PREDyCES sobre la prevalencia de desnutrición hospitalaria en pacientes oncológicos concluye que el 33,9% se encontraban desnutridos al ingreso, aumentando estas cifras hasta el 36,4% al alta (2).

La expresión máxima de desnutrición en el cáncer es la caquexia tumoral. En un consenso internacional para la definición y clasificación de la caquexia cancerosa, publicado en la revista *Lancet Oncology* de 2011 por Fearon y cols. (3), se define la caquexia tumoral como sigue: "Síndrome multifactorial caracterizado por una pérdida de masa muscular esquelética (asociado o no a la pérdida de masa grasa) que no puede ser completamente revertida con un soporte nutricional convencional y que conduce a un deterioro funcional progresivo. La fisiopatología se caracteriza por un balance proteico y energético negativo, debido a una combinación variable de ingesta reducida y un metabolismo alterado".

Una vez instaurada, la caquexia tumoral produce importantes cambios a nivel funcional y estructural en los diferentes órganos y sistemas, entre los que se encuentran una disminución del gasto cardíaco, tensión arterial, flujo plasmático renal, capacidad pulmonar, respuesta vasoconstrictora, sistema inmune y alteración de la cicatrización. Además, se produce una pérdida de la masa muscular y, con ello, la aparición de astenia y fatiga, lo cual reduce la actividad física de los pacientes, aumentando la dependencia, la inmovilidad y la disminución de la calidad de vida (4). Estas alteraciones influyen de manera negativa en la tolerancia a los tratamientos (5) y en los costes sociosanitarios (estancias hospitalarias, aumento de la demanda sanitaria, etc.) (6). Para evitar estas alteraciones, el personal sanitario debe realizar un diagnóstico precoz de la desnutrición a todos los pacientes oncológicos en el primer contacto. Los métodos de cribado nutricional deben ser válidos, fiables, reproducibles y fáciles de aplicar. No existe un método de cribado nutricional universalmente aceptado para el paciente oncológico, aunque algunos de ellos han sido validados en este tipo de pacientes (MUST, NRS-2002, OST, MST) (7).

Según la sociedad científica o proceso asistencial que se tome como referencia, se optará por un método u otro. La European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN) recomienda utilizar el Nutritional Risk Screening (NRS-2002) en pacientes hospitalizados y el Malnutrition Universal Screening Tool (MUST) en pacientes ambulatorios (8,9). La Sociedad Española de Oncología Médica (SEOM), la Sociedad Española de Oncología Radioterápica (SEOR) y la Sociedad Española de Nutrición Clínica y Metabolismo (SENPE) publicaron una guía clínica de consenso para el manejo de la nutrición en el paciente con cáncer en la cual se recomienda el uso del Malnutrition Screening Tool (MST) como método de cribado para pacientes oncológicos (10).

Con base en estos antecedentes, el objetivo de este estudio es determinar qué método de cribado nutricional presenta mayor sensibilidad y especificidad en el diagnóstico de pérdida de masa

corporal magra en el paciente oncológico, tomando como referencia los métodos MST, MUST y NRS-2002.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha realizado un estudio descriptivo en una Unidad de Oncología y Radioterapia. La selección de sujetos se ha realizado mediante un muestreo no probabilístico y continuo, es decir, pacientes oncológicos sometidos a tratamiento radioterápico que cumplan con los criterios de inclusión (mayor de 18 años, tratamiento con intención curativa y no presencia de edemas o ascitis) y acepten mediante consentimiento verbal y escrito.

La variable a estudio, o variable dependiente, es la pérdida de masa corporal magra al final del tratamiento tomando como punto de corte la pérdida  $> 0\%$ ,  $> 2\%$  y  $> 5\%$ . La variable independiente son los tres métodos de cribado nutricional a estudio (MST, MUST y NRS-2002). Se han registrado otras variables como: variables sociodemográficas (edad y sexo), variables clínicas (localización tumoral) y variables antropométricas y composición corporal (peso, talla, índice de masa corporal [IMC], pérdida de peso y pérdida de masa corporal magra).

Como instrumento para la recogida de las variables antropométricas y composición corporal se ha utilizado el analizador de composición corporal Tanita® TBF-300.

En cuanto a la recogida de variables, su medición se ha efectuado en dos momentos distintos: el primer día de consulta de enfermería (inicial), previa al tratamiento de radioterapia, y el último día de tratamiento o día del alta (final).

Los datos obtenidos de las variables serán representados de forma descriptiva. Las variables cualitativas se representan mediante su frecuencia y porcentaje y las variables cuantitativas se expresan como media y desviación típica o dispersión.

La validez de los métodos de cribado nutricional para identificar la pérdida de masa magra se analizó mediante curvas ROC con cálculo del área bajo la curva (AUC). Para ello, se obtuvieron la sensibilidad (S), la especificidad (E), el valor predictivo positivo (VPP) y el valor predictivo negativo (VPN) y, tomando como referencia tres grupos, la pérdida de masa magra (sea cual sea la pérdida), la pérdida  $> 2\%$  y la pérdida  $> 5\%$ .

La realización del tratamiento estadístico se ha llevado a cabo mediante el software SPSS 24.

## RESULTADOS

Se incluye un total de 231 pacientes, de los cuales finalizaron el estudio 197 (un fallecimiento y 33 pérdidas). El 49,78% (115) son hombres (115) y el 51,21% (116) son mujeres (116). La edad media de la muestra es de  $62,11 \pm 12,52$  años y el intervalo de edad entre 61 y 70 años es el más prevalente, con un 32% del total (Tabla II).

Las localizaciones tumorales más prevalentes para ambos sexos son: mama (35,10%), próstata (21,93%), cabeza y cuello (10,53%) y recto (10,53%). Según el sexo, el orden de las

localizaciones se modifica. En el grupo de hombres el cáncer de próstata es el que ocupa el primer lugar de prevalencia, seguido del cáncer de cabeza y cuello, recto y pulmón. En las mujeres, el tumor más frecuente es el cáncer de mama, seguido de los ginecológicos (que engloban cérvix, endometrio, útero, etc.) y del cáncer de recto.

Las variables que ayudan a ubicar la muestra del estudio dentro de la población general son las medidas antropométricas, el peso, la talla, el IMC y la pérdida de peso. El IMC medido el primer día (estado inicial antes del tratamiento) indica que un 78,17% de los pacientes presentan algún grado de sobrepeso u obesidad. Para ambos sexos, el sobrepeso tipo II y I son las categorías más prevalentes, pero si se divide la muestra por sexos se puede observar que en hombres el sobrepeso tipo II (32,00%) es el que presenta mayor porcentaje y la obesidad tipo I (25,22%) es la más prevalente en mujeres. Con respecto al IMC el día del alta, el número de sujetos con normopeso aumenta. Para las demás categorías (sobrepeso y/u obesidad) la cifra disminuye si se toma como referencia el estado inicial, a excepción de un aumento de casi tres puntos en mujeres que presentan obesidad tipo I.

También existe variabilidad en la pérdida de peso inicial y final, con un incremento de los pacientes que presentan algún tipo de

pérdida de peso, aunque este aumento solo se da entre el 0-5% del peso inicial, y disminución en los pacientes que no presentan pérdida o pérdidas entre el 5-10% y > 10%. Al estudiar la pérdida de peso final según localización tumoral, el cáncer de estómago y el cáncer de recto presentan mayor prevalencia (> 10%), siendo esta pérdida un indicador de riesgo de desnutrición.

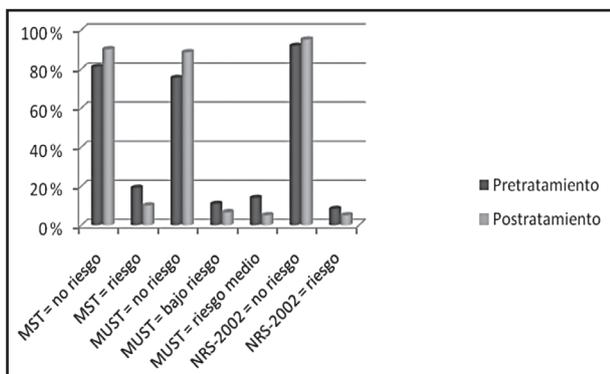
Los resultados obtenidos para la pérdida de masa corporal magra muestran que el 51,26% de la muestra no presenta ninguna pérdida al final del tratamiento, mientras que el porcentaje de los que sí la presentan es del 48,73%. Por intervalos, el 29,44% presenta una pérdida de masa magra entre 0-2%; el 10,66%, entre el 2-5%; y el 8,13% presenta una pérdida de masa magra > 5% (Tabla I).

Un alto porcentaje de los pacientes no presentan riesgo de desnutrición pretratamiento (80,9% MST, 75,3% MUST y 91,7% NRS-2002) y este porcentaje aumenta al final del tratamiento en los métodos de cribado utilizados (90,0%,  $p < 0,001$ ; 88,5%,  $p < 0,001$ ; y 95,0%,  $p = 0,161$ , respectivamente). En el caso de pacientes con riesgo de desnutrición, sucede lo contrario: disminuyen las frecuencias entre el pretratamiento y el postratamiento (MST: del 19,0% al 10,0%; MUST: del 24,6% al 11,5%; y NRS-2002: del 8,2% al 5,0%) (Fig. 1).

**Tabla I. Medidas antropométricas y pérdida de masa magra**

Variables	Población total (n = 197)			Hombre (n = 100)	Mujer (n = 97)		p
	Estado inicial			Estado final			
	Población total	Hombre	Mujer	Población total	Hombre	Mujer	
Talla (cm)*	162,7 ± 8,2			167,6 ± 6,8	157,8 ± 6,3		< 0,01
Peso (kg)*	75,3 ± 10,1	75,3 ± 10,1	72,9 ± 12,5	74,4 ± 11,4	74,4 ± 11,4	73,3 ± 12,7	< 0,01
IMC (%)							
Bajo peso	0,51	1,00	0,00	1,02	2,00	0,00	0,56
Normopeso	21,32	27,00	15,46	27,92	35,00	19,40	0,12
Sobrepeso tipo I	22,34	22,00	21,34	17,77	19,00	15,52	0,25
Sobrepeso tipo II	26,40	32,00	19,40	22,84	26,00	18,43	0,41
Obesidad tipo I	19,29	12,00	25,22	19,80	12,00	26,90	0,89
Obesidad tipo II	8,63	6,00	10,67	9,14	6,00	11,64	0,85
Obesidad tipo III	1,52	0,00	2,91	1,52	0,00	2,91	1
Pérdida peso (%)							
No pérdida	56,70	53,04	60,34	45,33	38,69	52,21	0,02
0-5%	21,21	22,60	19,82	46,66	51,78	41,59	< 0,01
5-10%	11,68	11,30	12,06	5,33	6,25	4,24	0,03
> 10%	10,40	13,04	7,75	2,66	3,57	1,77	< 0,01
Masa magra (%)	68,45 ± 9,35	74,04 ± 6,99	63,06 ± 7,40	66,32 ± 9,15	74,24 ± 7,78	62,04 ± 7,68	0,16
Pérdida masa magra (%)							
No pérdida	NP	NP	NP	51,27	59,00	43,29	NP
0-2%	NP	NP	NP	29,44	22,00	37,11	NP
2-5%	NP	NP	NP	11,16	10,00	12,37	NP
> 5%	NP	NP	NP	8,13	9,00	17,94	NP

\* Media ± desviación típica. NP: no procede.



**Figura 1.**  
Cribado nutricional pre- y postratamiento.

En la figura 2 se presentan las curvas ROC tomando como referencia tres puntos de corte para la pérdida de masa magra (> 0%, > 2% y > 5%). Si tomamos como referencia la pérdida de masa magra, se puede observar que las curvas ROC para los métodos de cribado nutricional estudiados están por debajo de la línea de referencia. Al aumentar el porcentaje para la pérdida de masa magra las AUC están por encima de la línea de referencia (0,500) (Tabla II).

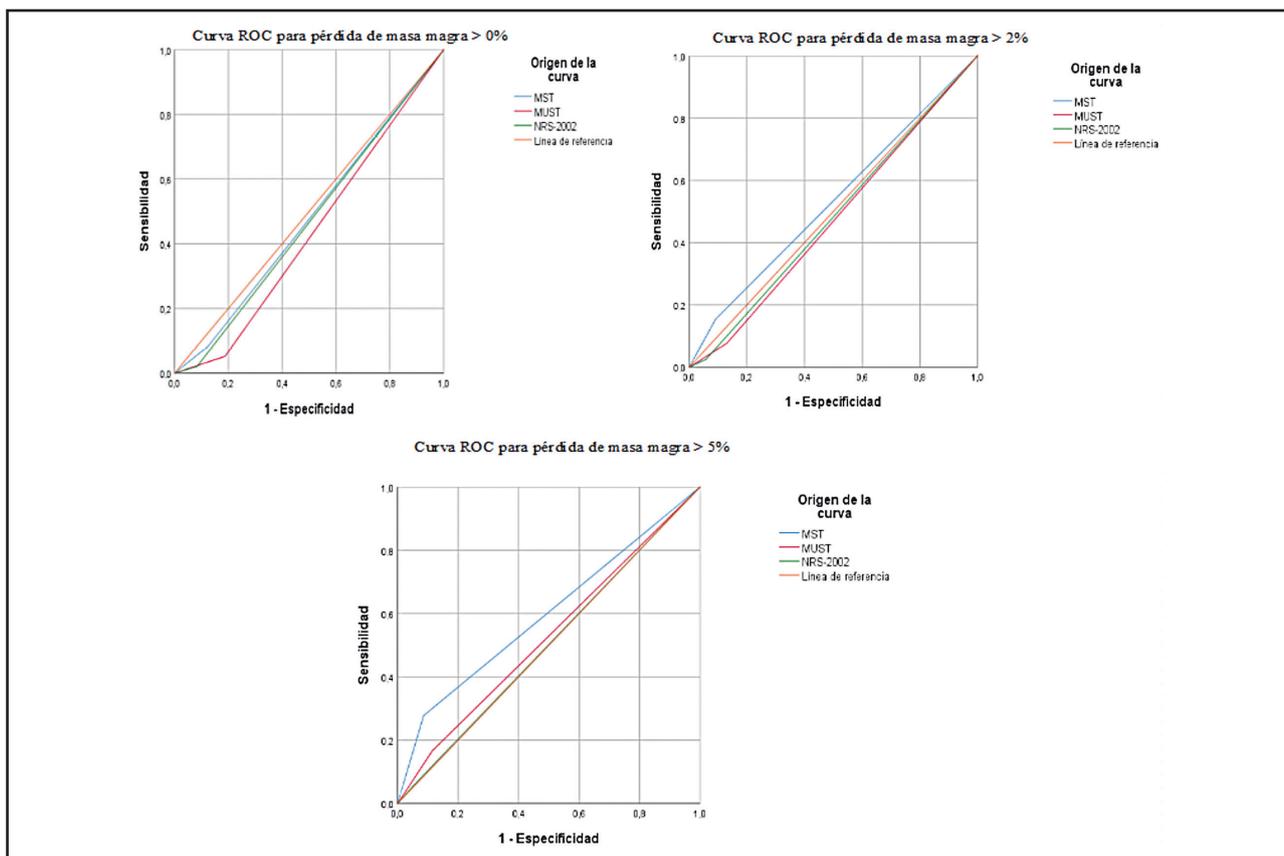
Al estudiar la sensibilidad, la especificidad, el valor predictivo positivo y el valor predictivo negativo, se puede observar que los valores se incrementan al aumentar el punto de corte para pérdida de masa magra, con la única excepción del valor predictivo positivo, cuyos valores disminuyen (Tabla III).

**DISCUSIÓN**

El cáncer es una enfermedad que tiene una estrecha relación con la edad. Los pacientes mayores son los que presentan mayor incidencia de cáncer debido al estrés oxidativo que acompaña al envejecimiento (11) así como a la mayor exposición a factores ambientales (12).

Los resultados obtenidos muestran que la localización tumoral más frecuente en la muestra de estudio es la mama, seguida de la próstata y el cáncer de cabeza y cuello. Estos datos coinciden con los presentados por la SEOM en 2016 (13), con algunas excepciones que pueden ser debidas a la zona geográfica, al tiempo de la recogida de datos y a que en ocasiones no todas las patologías reciben tratamiento de radioterapia.

El sobrepeso y la obesidad están muy presentes en los pacientes oncológicos de estudio y es más prevalente la presencia de sobrepeso en hombre y de obesidad en mujeres. Estos datos



**Figura 2.**  
Curvas ROC para pérdida de masa magra.

**Tabla II. Áreas bajo la curva para pérdida de masa magra**

Puntos de corte	Métodos	Área	Desv. error*	Significación asintótica†	IC asintótico = 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Pérdida masa magra > 0%	MST	0,479	0,042	0,618	0,397	0,561
	MUST	0,432	0,041	0,105	0,351	0,513
	NRS-2002	0,469	0,042	0,454	0,387	0,550
Pérdida masa magra > 2%	MST	0,531	0,053	0,548	0,427	0,636
	MUST	0,473	0,051	0,604	0,374	0,572
	NRS-2002	0,483	0,051	0,749	0,384	0,583
Pérdida masa magra > 5%	MST	0,596	0,077	0,041	0,444	0,747
	MUST	0,526	0,074	0,718	0,381	0,670
	NRS-2002	0,502	0,072	0,979	0,361	0,643

\*Bajo el supuesto no paramétrico. †Hipótesis nula: área verdadera = 0,5.

**Tabla III. Sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo para pérdida de masa magra**

Punto de corte	Método nutricional	S	E	VPP	VPN
Pérdida masa magra > 0%	MST	8%	87%	40%	48%
	MUST	5%	81%	21%	46%
	NRS-2002	2%	48%	20%	41%
Pérdida masa magra > 2%	MST	15%	90%	30%	80%
	MUST	7%	87%	13%	78%
	NRS-2002	2%	94%	10%	79%
Pérdida masa magra > 5%	MST	27%	91%	25%	92%
	MUST	20%	88%	13%	91%
	NRS-2002	5%	94%	10%	90%

S: sensibilidad; E: especificidad; VPP: valor predictivo positivo; VPN: valor predictivo negativo.

coinciden con los presentados por Aranceta y cols. en 2016 para la población española y alertan sobre el aumento del sobrepeso y la obesidad en nuestra sociedad (14).

Cuando los pacientes acuden a la consulta de enfermería y durante la primera valoración nutricional, el 43,30% del total presenta pérdida de peso. Esta pérdida es más frecuente en hombres que en mujeres y aumenta al 54,67% el día del alta. Ese dato es inferior al publicado por Theckmedyan (15), que concluía que el 74% de los pacientes presentaba pérdida de peso. De este porcentaje, el 37% presentaba una pérdida > 10%, cifra superior a la recogida en el presente estudio (10,40% pretratamiento y 2,66% postratamiento).

Las localizaciones tumorales que se presentan con mayor prevalencia de pérdida de peso > 10% son el cáncer de estómago, el de cabeza y cuello y el de pulmón. Este resultado coincide con los obtenidos por Dewys y cols. (1980) (16), a excepción del cáncer de cabeza y cuello debido a que estos pacientes no están presentes en este estudio.

Al inicio de la radioterapia, el 22,00% presenta una pérdida > 5%, pero esta cifra disminuye hasta un 7,90% al finalizar el

tratamiento. Estos resultados no coinciden con el estudio realizado por Langlus en 2016 (17), en el cual antes del tratamiento solo el 16% de los pacientes presentaba una pérdida de peso > 5%, que aumentaba hasta el 87% de ellos una vez finalizado.

Otro de los parámetros estudiados es la pérdida de masa magra. Esta pérdida es del 49,24%, ligeramente más alta que la recogida en la literatura científica (43,70%) (18). Dentro de este porcentaje, el 8,13% son sujetos que pierden > 5%, es decir, una cifra más baja a la reportada en el estudio antes mencionado (17,20%). Dentro del parámetro de pérdida de masa magra se encuentra la pérdida muscular esquelética, lo que podría dar lugar a la aparición de caquexia tumoral en el paciente a estudio (3).

Al igual que en la pérdida de peso, las localizaciones tumorales que presentan mayor porcentaje de pérdida de masa magra son el cáncer de estómago, el de cabeza y cuello y el de pulmón.

En la población objeto de estudio el riesgo de desnutrición varía según el método de cribado nutricional que se tome como referencia. El 8,21% de los sujetos muestran desnutrición según el método NRS-2002; estos datos son inferiores a los presenta-

dos en el estudio PREDyCES (2). Cuando se realizan el MST y el MUST, el porcentaje aumenta pero no se aproxima al reportado en el estudio PREDyCES.

A diferencia de lo que refleja el estudio PREDyCES, en los sujetos de estudio el riesgo de desnutrición disminuye al final del tratamiento, sea cual sea el método de cribado utilizado. Estos datos pueden estar causados por la intervención nutricional que se ha llevado a cabo en los pacientes (dieta hiperproteica e hipercalórica, nutrición enteral, etc.) y a la protocolización de la valoración nutricional para realizar un abordaje nutricional precoz.

Los resultados obtenidos para los tres métodos de cribado nutricional estudiados (MST, MUST y NRS-2002) son considerados válidos para la predicción de pérdida de masa magra > 5% al estar el área bajo la curva de ROC por encima de la línea de referencia, aumentando además la sensibilidad y especificidad.

En la literatura científica, los valores de sensibilidad y especificidad para los métodos de cribado nutricional estudiados son superiores a los encontrados en este estudio. Esto puede deberse a que toman como referencia la VGS-GP y no la pérdida de masa magra. Además, los sujetos a estudio son pacientes sometidos a tratamiento radioterápico (19) o quimioterápico (20). En nuestra investigación no solo están presentes pacientes sometidos a un único tratamiento antineoplásico, sino que en ocasiones presentan concomitancia, es decir, radioterapia y quimioterapia, por lo que el riesgo de desnutrición o pérdida de masa magra es mayor ya que aumentan las posibilidades de presentar síntomas digestivos debido a un efecto sinérgico.

Otros parámetros medidos y que ayudan a evaluar cada método son el VPP y el VPN. El VPP es la probabilidad de presentar pérdida de masa magra si el resultado del cribado nutricional es positivo. Al igual que la sensibilidad, el método con mayor VPP es el MST, aunque su valor disminuye al aumentar el porcentaje de pérdida de masa magra como variable dependiente. El VPN, la probabilidad de no presentar pérdida de masa magra si el resultado del test es negativo, no presenta diferencias entre los tres métodos de cribado y aumenta al elevarse el porcentaje de pérdida de masa magra. El VPP y el VPN para NRS-2002, tanto para una pérdida de masa magra > 2% como 5%, son inferiores a los encontrados con los otros dos métodos de cribado nutricional, resultados que no coinciden con el estudio publicado por Ulibarri y cols. en 2009 (21), donde se concluye que el método NRS-2002 presenta un mayor VPP y VPN que los métodos MUST y MST.

Respecto a la recomendación de la Sociedad Española de Oncología Médica (SEOM), la Sociedad Española de Oncología Radioterápica (SEOR) y la Sociedad Española de Nutrición Clínica y Metabolismo (SENPE), el método MST podría ser usado para predecir pérdidas de masa magra > 5% en pacientes oncológicos sometidos a radioterapia (10).

El método de cribado nutricional MUST es recomendado en otros estudios como los de Amaral y cols. (2008) (8) y Abe Vicente y cols. (2013) (22), en los cuales se concluye que este método presenta una mayor sensibilidad y especificidad, tomando como referencia la VGS-GP u otro método de cribado.

El diagnóstico precoz de la desnutrición en el paciente oncológico disminuiría los efectos asociados a la misma, como la depen-

dencia, los costes sociosanitarios, las estancias hospitalarias, el riesgo de infección, la aparición de úlceras por presión, etc. Todas estas consecuencias disminuyen la tolerancia a los tratamientos antineoplásicos y repercuten de manera negativa en la evolución de la enfermedad.

## CONCLUSIONES

El método de cribado nutricional MST es más válido que el MUST y el NRS-2002 para predecir la pérdida de masa magra > 5% en pacientes oncológicos sometidos a tratamiento radioterápico. La pérdida de masa magra puede dar lugar, junto a otros parámetros como la pérdida de peso, a la aparición de caquexia tumoral y, con ello, a consecuencias negativas en la evolución de estos pacientes. Por ello, sería recomendable su uso rutinario en todos los pacientes que acuden a tratamiento de radioterapia.

En los programas de intervención hospitalaria se hace necesario el uso de un método de cribado nutricional válido y fiable en el paciente oncológico para llevar a cabo un correcto abordaje nutricional. En las unidades de Oncología Radioterápica se debería implementar de forma protocolizada el MST como método de cribado nutricional.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Fernández López MT, Sáenz Fernández A, De Sas Prada MT, Alonso Urrutia S, Bardasco Alonso ML, Alves Pérez MT, et al. Desnutrición en el paciente con cáncer; una experiencia de cuatro años. *Nutr Hosp* 2013;28(2):372-81.
2. Planas M, Álvarez-Hernández J, León-Sanz M, Celaya-Pérez S, Araujo K, García de Lorenzo A; PREDyCES® researchers. Prevalence of hospital malnutrition in cancer patients: a sub-analysis of the PREDyCES® study. *Support Care Cancer* 2016;24:429-35.
3. Fearon K, Strasser F, Anker SD, Bosaeus I, Bruera E, Fainsinger RL, et al. Definition and classification of cancer cachexia: an international consensus. *Lancet Oncol* 2011;12:489-95.
4. Pérez Martín MM, Peracaula Espino FJ. Consecuencias de la desnutrición. En: Sánchez Sánchez E (ed.). *Desnutrición en el paciente oncológico: nuevo reto para enfermería*. 1ª ed. Albacete: Uno Editorial; 2014. pp: 43-51.
5. García Luna PP, Parejo Campos J, Aliaga A, Pachón J, Serrano P, Pereira JL. Nutrición y cáncer. *Nutr Hosp Supl* 2012;5(1):17-32.
6. Planas M, Álvarez-Hernández J, León-Sanz M, Celaya-Pérez S, Araujo K, García de Lorenzo A; PREDyCES® researchers. Prevalence of hospital malnutrition in cancer patients: a sub-analysis of the PREDyCES® study. *Support Care Cancer* 2016;24:429-35.
7. Tenorio Jiménez C, Gutiérrez Alcántara C, Arraiza Irigoyen C, Martínez Ramírez MJ. Soporte nutricional en cáncer gastroesofágico. *Nutr Clin Med* 2015;9(2):157-72.
8. Amaral TF, 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;21:575-83.
9. Velasco C, García E, Rodríguez V, Frías L, Garriga R, Álvarez J, et al. Comparison of four nutritional screening tools to detect nutritional risk in hospitalized patients: a multicentre study. *Eur J Clin Nutr* 2011;65:269-74.
10. Arribas L, Hurtós L, Milá R, Fort E, Peiró I. Factores pronósticos de desnutrición a partir de la valoración global subjetiva generada por el paciente (VGS-GP) en pacientes con cáncer de cabeza y cuello. *Nutr Hosp* 2013;28(1):155-63.
11. Zorrilla García A. El envejecimiento y el estrés oxidativo. *Rev Cubana Invest Biomed* 2002;21(3):178-85.
12. Preetha A, Ajaikumar K, Chitra S, Kuzhuvelli H, Sheeja T, Oiki SL, et al. Cancer is a preventable disease that requires major lifestyle change. *Pharm Res* 2008;25(9):2097-116.

13. Sociedad Española de Oncología Médica. Cáncer en España. Madrid: SEOM. Consultado el 14 de junio de 2017. Disponible en: <http://www.seom.org/es/prensa/el-cancer-en-espanyacom/104582-el-cancer-en-espana-2016>
14. Aranceta-Bartrina J, Pérez-Rodrigo C, Alberdi-Aresti G, Ramos-Carrera N, Lázaro-Masedo S. Prevalencia de obesidad general y obesidad abdominal en la población adulta española (25-64 años) 2014-2015: estudio ENPE. *Rev Esp Cardiol* 2016;69(6):579-87.
15. Tchekmedyan N. Cost and benefits of nutrition support in cancer. *Oncology* 1995;9(Suppl):79-84.
16. Dewys WD, Begg C, Lavin PT, Band PR, Bennett JM, Bertino JR, et al. Prognostic effect of weight loss prior to chemotherapy in cancer patients. Eastern Cooperative Oncology group. *Am J Med* 1980;69:491-7.
17. Langius JAE, Twisk J, Kampman M, Doornaert P, Kramer MHH, Weijs PJM, et al. Prediction model to predict critical weight loss in patients with head and neck cancer during (chemo) radiotherapy. *Oral Oncology* 2016;52:91-6.
18. Sánchez Sánchez E, Muñoz Alférez MJ. Factores que influyen en la pérdida de masa magra en pacientes oncológicos. *Nutr Hosp* 2015;32(4):1669-74.
19. Isenring E, Capra S, Bauer J. Nutrition interventions beneficial in oncology outpatients receiving radiotherapy to the gastrointestinal, head or neck area. *Br J Cancer* 2004;91:447-52.
20. Isenring E, Cross G, Daniela L, Kellet E, Koczwara B. Validity of the malnutrition screening tool as an effective predictor of nutritional risk in oncology outpatients receiving chemotherapy. *Support Care Cancer* 2006;14:1152-6.
21. Ulibarri JI, Burgos R, Lobo G, Martínez MA, Planas M, Pérez de la Cruz A, et al. Recomendaciones sobre la evaluación del riesgo de desnutrición en los pacientes hospitalizados. *Nutr Hosp* 2009;24(4):467-72.
22. Abe Vicente M, Barão K, Domizetti Silva T, Manoukian Forones N. What are the most effective methods for assessment of nutritional status in outpatients with gastric and colorectal cancer? *Nutr Hosp* 2013;28(3):585-91.



## Trabajo Original

Valoración nutricional

### Anthropometry and performance of top youth international male basketball players in Spanish national academy

*Características antropométricas y de rendimiento de jugadores internacionales junior de baloncesto de la academia española de baloncesto Siglo XXI*

Julio Calleja-González<sup>1</sup>, Juan Migelgo-Ayuso<sup>2</sup>, José Antonio Lekue<sup>3</sup>, Xabier Leibar<sup>3</sup>, Julen Erauzkin<sup>3</sup>, Igor Jukic<sup>4</sup>, Sergej M. Ostojic<sup>5</sup>, Jesús Gustavo Ponce-González<sup>6</sup>, Maite Fuentes-Azpiroz<sup>1</sup> and Nicolás Terrados<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Laboratory of Human Performance. Department of Education and Sport. Faculty of Physical Activity and Sport Sciences. University of the Basque Country. Alava, Spain.

<sup>2</sup>Department of Biochemistry, Molecular Biology and Physiology. School of Physical Therapy. University of Valladolid. Soria, Spain. <sup>3</sup>Centro de Perfeccionamiento Técnico de Fadura. Dirección de Deportes. Gobierno Vasco. Spain. <sup>4</sup>Sports Diagnostic Centre. Faculty of Kinesiology. University of Zagreb. Zagreb, Croatia. <sup>5</sup>Centre for Health, Exercise and Sport Sciences. Exercise Physiology Lab. Belgrade, Serbia. <sup>6</sup>MOVE-IT Research Group. Department of Physical Education Sciences. Universidad de Cádiz. Cádiz, Spain.

<sup>7</sup>Unidad Regional de Medicina Deportiva del Principado de Asturias -Fundación Deportiva Municipal de Avilés y Departamento de Biología Funcional. University of Oviedo. Asturias, Spain

#### Abstract

The "Century XXI" Project is a seven-year intervention sport program performed among the best Spanish youth basketball players, who were assigned to one of the following intervention groups based on the following criteria: age, position, mature level, and origin in the country. The study was performed (1996-2001) with a total of 90 players. The main purposes of this study were: a) to describe anthropometric and performance characteristics of top youth international male basketballers in the Spanish national academy; and b) to analyze differences among positions. In summary, the main findings of this study were: a) the anthropometry presented significant differences between groups under (U-) 14 and U-17; and b) in the U-17 group centers presented more arm span. In our study, the most significant changes are in U-16 vs U-14 and U-15 in strength body up values, and the best result in endurance capacity took place in June of the fourth year. Within this context, the results of the present study may be useful for strength and conditioning coaches to plan their programs with youth basketball players.

#### Key words:

Basketball. Sport.  
Performance.  
Kinanthropometry.

#### Resumen

El Proyecto Siglo XXI es un programa deportivo de intervención de siete años realizado con los mejores jugadores de baloncesto juveniles españoles, que fueron asignados a uno de los siguientes grupos de intervención según los siguientes criterios: edad, posición, nivel de madurez y origen en el país. El estudio se realizó entre 1996 y 2001 con un total de 90 jugadores. Por ello, el propósito principal de este estudio fue: a) describir las características antropométricas y de rendimiento de los jugadores; y b) analizar las diferencias de los jugadores en diferentes roles posicionales en el programa de intervención. Los principales hallazgos de este estudio fueron: a) la antropometría presentó diferencias significativas entre los grupos U-14 y U-17; y b) en la medida que los jugadores crecieron, observamos más longitud del brazo. En nuestro estudio, los cambios más significativos se dan en U-16 vs U-14 y U-15 en valores de fuerza y el mejor resultado en la capacidad de resistencia tuvo lugar en junio del 4º año. Los resultados del presente estudio pueden ser útiles para los entrenadores y preparadores físicos para planificar sus programas con jugadores de baloncesto de categorías inferiores en planes a largo plazo.

#### Palabras clave:

Baloncesto. Deporte.  
Rendimiento.  
Cineantropometría.

Received: 11/03/2018 • Accepted: 14/05/2018

*Acknowledgements: The authors thank the players, coaches and research assistants involved in this investigation for their participation, enthusiasm and cooperation.*

Calleja-González J, Migelgo-Ayuso J, Lekue JA, Leibar X, Erauzkin J, Jukic I, Ostojic SM, Ponce-González JG, Fuentes-Azpiroz M, Terrados N. Anthropometry and performance of top youth international male basketball players in Spanish national academy. *Nutr Hosp* 2018;35(6):1331-1339

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1897>

#### Correspondence:

Juan Mielgo Ayuso. Department of Biochemistry, Molecular Biology and Physiology Faculty of Physical Therapy. Campus Universitario de Soria. Universidad de Valladolid. 42004 Soria, Spain  
e-mail: [juankaya@msn.com](mailto:juankaya@msn.com)

## INTRODUCTION

---

Basketball is one of the most famous team sport games played in almost every country worldwide (1) that has undergone quite radical changes in the past decade (2). Games are characterized by repeated explosive activities, such as sprints, jumps, shuffles and rapid changes in direction (3). To perform under these physiological demands, players need to develop many fitness components including particularly muscular power (4). The athletes' performance is directly related to their capacity to stand several stop-and-go efforts, as well as to their power and speed capacities (5). Moreover, basketballers perform about 997 changes of direction during a 48-minute game, with an average time at each position of about three seconds. According to the literature, on elite 85 men's basketballers perform around 1,000 changes of movement every 2.0 s with a 1:3 work to rest ratio (5). These studies clearly indicate that the game is characterized by intermittent activity, as well as rapid and frequent changes in the players' movement patterns (6). Besides technical and tactical skills, muscular strength and "explosive" leg power are indeed the most important factors contributing to successful performance during elite competitions (7). Anyway, other studies have consistently suggested that success appears to be more dependent upon the player's anaerobic capabilities than on their aerobic capabilities (8), although this may be influenced by the player's position and the level of competition (2). During the last years, scientific evidence has been published about physiology, conditioning focus on basketball (9,10). However, previous studies have assessed anthropometric and conditional profiles of successful basketballers. Preceding research has evaluated ideal physiological and anthropometric profiles of successful basketball players, mostly from North America (1), France (11), Serbia (1), Spain with first league players (12), and England with university female players (13).

Although there is a lack of descriptive information regarding the characteristics of elite youth players, particularly about the evolution of capacities, the morphology and anthropometry of players could be one of the most important aspects that have contributed to the success of the Spanish national basketball teams during the last decade. Aspects such as experience, body composition, endurance, and balance between anaerobic and aerobic power are of primary importance in evaluating elite players (1). These intensive long-term programs present special interest for the Basketball Clubs Association (ACB) teams. Unquestionably, understanding selection criteria comes to be the essential factor to recruit future basketball players, when our best generation of players born in the eighty years. Besides during the last years, Spanish basketballers and coaches have been top elite in international championships. In particular, the best international results of the Spanish national team (three European championships won, two silver medals in Olympic Games and one World Championship), has reached players to the best league National Basketball Association (NBA). However, to the author's knowledge, no evidence has been reported about long term developed athlete programs in basketball. Besides, these programs have been developed throughout adolescence. During these years (14-17 years), basketballers grow in relation to

measurable changes in size, physique and body composition and various systems of the body, whereas maturation refers to progress toward the mature state. Maturation is variable among bodily systems and also in timing and tempo of progress. The processes of growth and maturation are related, and both influence physical performance (14). For that reason, the main purpose of this longitudinal study was: a) to describe anthropometric and performance characteristics of top youth international male basketballers in a Spanish national academy at different age stages; and b) to analyze differences among positions. The results presented after finishing the project were: one NBA player, three in the national A Team, ten in ACB (first Spanish league), five in Spanish Basketball League LEB (second league) and 39 in LEB-2 (third League), Spanish Amateur Basketball League EBA (fourth league). Understanding the profile of successful players could give coaches, trainers and exercise scientist's better working knowledge of this particular group of athletes (1).

## METHODS

---

### PARTICIPANTS

Ninety youth male basketball players participated in this longitudinal study. According to their competition category, the participants were divided into four groups: a) cadet (year 1) (U-14, n = 28); b) cadet (year 2) (U-15, n = 27); c) junior (year 1) (U-16, n = 20); and d) junior (year 1) (U-17, n = 15), who played in the "Century XXI" Project of the Spanish Basketball Federation. During the period of the study all players changed their game position given that they were in an academy developed program. The percentage of distribution of training per year has been shown in previous article (15).

Players were recruited after a selective talent process by methods of diverse advertisements using standard criteria (technical, tactical, biomedical and physical conditional) and renovated year per year. All athletes completed a medical questionnaire and an electrocardiographic and cardiopulmonary examination. None of the participants involved in this research smoked, drank alcohol, nor were taking any medication known to alter hormonal response nor had any pre-existing injuries prior to testing. Furthermore, participants followed a similar diet that was constantly supervised by the dietician and all of them performed the same training program and competitions. The voluntary participants who fulfilled the inclusion and exclusion criteria and passed the baseline physical and biomedical examination were stratified by age ranges and categorized into the groups based on chronological age (15). Inclusion criteria comprised being male (14, 15, 16, 17 years), living in Spain, being basketball players or having some active sport lifestyles in other sports, and being non-smokers (16). On the other hand, the exclusion principles were suffering from physical (injuries, stroke, illness, etc.) and/or psychological problems that may have precluded the performance of the requested strength or endurance training, that could influence on physical performance or the interpretation of the results, having a history of systematic

strength/endurance training (moderate to high intensity training more than once a week) in the year before the beginning of the study (17). The protocols and procedures of the “Century XXI” Project were in agreement with the ethical guidelines on biomedical research on human subjects of the World Medical Association’s Declaration of Helsinki (2008). Before participation, all players, as well as their parents and coaches, were carefully informed about the possible risks and benefits of the project, being required to read and sign an institutionally approved informed consent document. Since participants were children, their parents signed an informed consent. Data information obtained was considered as confidential following current Spanish legislation regulating personal data protection (Spanish Organic Law 15/1999 and Royal Decree 1720/2007). This trial was registered at the Spanish basketball Federation and Basque Government. Access to the database was restricted to the researchers that participated in the “Century XXI” Project and co-workers (15).

## MEASURES

The assessments took place at the Fadura High Performance Center (Basque Government, Vizcaya, Spain) for participants during the intervention period. Physiological, anthropometry, maturation, fitness tests were controlled four times per year (September, December, April, June) during four years (16 moments), for all players.

## EXERCISE PROTOCOLS

All practice sessions were carefully supervised by certified trainers (two directors, three basketball coaches, one strength and conditioning coach, two team physicians, one psychologist).

## ANTHROPOMETRICAL MEASUREMENTS

Anthropometric measurements were taken following the International Society for the Advancement of Kineanthropometry (ISAK) protocol by the same certified anthropometrist (18,19). The following measurements were performed: body mass, height, and arm span. Skinfolds (triceps, abdominal, suprailiac, front thigh, subscapular and peroneal) were measured to calculate the sum of four and six skinfolds and estimate fat mass by Carter equation ( $\% \text{ fat mass} = 0.1051 * (\text{triceps} + \text{abdominal} + \text{suprailiac} + \text{front thigh} + \text{subscapular} + \text{peroneal skinfolds}) + 2.58$  (20).

## FITNESS TEST

All measurements were taken at the finalization of the training cycles (recovery microcycle) to limit differences in training status and/or intensity (21). All test procedures were performed by the same strength and conditioning coach. The players were familiar

with all test procedures that had been previously performed. Testing day was undertaken between 18:00 and 20:00 h, at least 24 h after the last training session and 2 h post-prandial. All fitness tests were performed in an indoor sports hall with temperature (21.2-23.00°) and relative humidity (44.4-51.0%), measured by a Wireless Full Weather Station (Oregon, Scientific, WMRI, 80, 3.0).

Prior to each training session each subject started with a 20-minute standardized warm-up routine (10-min jogging and 10-min jumping jacks and jumping rope) and accelerations, changing directions with injury prevention drills consisting of general movements and dynamic (22). Players underwent the physical performance tests, followed by the session routine, and concluded with a 15-minute cool down routine. Players performed the following fitness tests (15):

- *Speed 20 m*: the running speed of players was evaluated with a 2 x 20 m sprint test.
- *3\*10 shuttle run test*: to know the ability and coordination of players, they ran back and forth as fast as possible crossing each line with both feet every time. This was performed three times, covering a total distance of 30 m (3\*10 m). Every time the basketballer crossed any of the lines, he picked up (the first time) or exchanged (second and third time) a sponge, which was previously placed behind the lines.
- *Overhead medicine ball throw (OMBT) 3, 4, 5 kg*: to evaluate the upper-body muscular power, players threw the ball over their head behind them as far as possible.
- *Low back dynamometer*: to test dynamic and static lumbar endurance, a backup lumbar extension dynamometer was used. This test measures back strength, which is important in core stability and for preventing lower back pain.
- *Counter movement jump (CMJ)*: to assess jumping ability, CMJ is commonly used in the assessment of basketball players’ physical fitness.
- *Abalakov*: Abalakov jump is used to assess leg power.
- *Horizontal jump test standing long jump (SLJ)*: this test was performed as described elsewhere. Participants performed two practice trials and then two test trials separated by one-minute rest. The distance, measured to the nearest 0.01 m, was considered as the horizontal displacement of the feet between the starting line and the point where the back heel contacted the floor. Only the best result was considered for analysis.
- *Crunch 30 SG*: to evaluate abdominal muscle strength and endurance, players performed a one-minute bent-knee sit-up test (crunch test).
- *Course-Navette*: to evaluate physical endurance fitness.
- *Seat and reach test*: this test is commonly used in health related and physical-fitness test batteries to evaluate the hamstring and lower back flexibility.

## STATISTICAL ANALYSIS

The standard statistical parameters (M, SD, range and percentiles) were calculated for each physical performance test and

anthropometrical assessment. The Shapiro-Wilk normality test was used to check normality. Parametric test and Levene's test of homogeneity of variance were applied. Therefore, a parametric analysis was applied, and one-way analysis of variance (ANOVA) was used to determine significant differences among positions in anthropometric and performance characteristics with a Bonferroni post-hoc comparison. The players were divided based on their playing position and the same statistical approaches in each group were applied. Pearson correlation was used between anthropometrical measurements and performance test. To overestimate effect sizes, values were interpreted according to Ferguson (2009) as no effect if  $0 \leq 2p < 0.05$ ; a minimum effect if  $0.05 \leq 2p < 0.26$ ; a moderate effect if  $0.26 \leq 2p < 0.64$ ; and a strong effect if  $2p \geq 0.64$  (23). Statistical analyses were performed using the SPSS Statistics package v22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). The level of significance was set at  $p < 0.05$ .

## RESULTS

Table I shows the anthropometric variables and body composition and physical performance in each age stage. There are significant differences ( $p < 0.001$ ) among groups. Concretely, there are significant differences between U-15 and U-17 and between U-15 and

U-16 *versus* U-18 in body mass, height and arm span, presenting higher values in older players. However, no differences in fat mass values were found. Anyway, there are not differences between ( $p > 0.05$ ) age stages regarding  $\Sigma$  of 4 and  $\Sigma$  of 6 skinfolds and FM (%).

Regarding physical performance tests, there are significant differences ( $p < 0.05$ ) among groups in all performance tests except for the flexibility test. Concretely, there are significant differences between U-18 and U-15 in every test except for the 3 x 10 and flexibility tests, showing better values in U-18 in these parameters. Likewise, U-15 showed significant differences in 5 kg and 3 kg, extensors, horizontal jump and crunch tests compared to U-16, U-17 and U-18. The U-18 group presented significant t differences in comparison with U-15 and U-16 and in 3 kg, and *versus* U-17. In the Course-Navette test, the U-18 players improved performance *versus* U-15 players. In the jump test, significant differences were observed between U-15 and U-18.

Table II shows body composition and physical performance of U-15 based on playing position. In this way, we only observed that the centers were slower than guards and presented slower performance in throwing (3 kg).

Table III describes body composition and physical performance of U-16. Only presented significant differences in body mass between center and guards ( $71.9 \pm 6.7$  vs  $82.7 \pm 9.8$  kg;  $p = 0.032$ ).

**Table I. Body composition and physical performance of basketball players**

	U-14 (n = 41)	U-15 (n = 43)	U-16 (n = 41)	U-17 (n = 24)	p	$\eta^2_p$
Age (years)	14.16 ± 0.45	15.20 ± 0.46*	16.17 ± 0.47*†	17.30 ± 0.45*†‡	< 0.001	0.851
Body mass (kg)	74.0 ± 9.1	78.9 ± 9.7	84.9 ± 8.1*	87.8 ± 9.5*†	< 0.001	0.246
Height (cm)	189.2 ± 5.6	192.0 ± 5.4	195.6 ± 5.0*	196.4 ± 4.8*†	< 0.001	0.229
Arm span (cm)	192.5 ± 6.0	195.3 ± 6.01	199.5 ± 6.46*	201.1 ± 7.76*†	< 0.001	0.209
$\Sigma$ -4 (mm)	37.2 ± 9.6	37.6 ± 16.4	42.2 ± 17.1	36.3 ± 14.6	0.542	0.023
$\Sigma$ -6 (mm)	59.2 ± 16.3	58.6 ± 24.5	63.5 ± 23.5	54.2 ± 21.3	0.605	0.020
FM (%)	8.9 ± 1.8	14.3 ± 21.0	9.3 ± 2.5	8.3 ± 2.2	0.238	0.044
20 m (sec)	3.19 ± 0.33	2.97 ± 0.22	2.92 ± 0.23*	3.04 ± 0.32	0.013	0.134
3 x 10 m (sec)	7.50 ± 0.54	7.37 ± 0.57	7.05 ± 0.41	6.96 ± 0.86	0.025	0.116
5 kg (m)	5.66 ± 0.77	6.22 ± 0.59*	6.56 ± 0.80*	7.20 ± 0.68*†	< 0.001	0.364
4 kg (m)	6.37 ± 0.78	6.87 ± 0.66	7.17 ± 0.87*	8.02 ± 0.94*†	< 0.001	0.348
3 kg (m)	6.99 ± 0.73	7.72 ± 0.97*	7.93 ± 1.15*	9.03 ± 1.26*†‡	< 0.001	0.334
Back extensors (N)	142.6 ± 28.7	173.4 ± 27.0*	193.1 ± 28.1*	207.7 ± 31.1*†	< 0.001	0.430
CMJ (cm)	32.62 ± 4.50	36.26 ± 4.91	39.26 ± 6.14*	41.57 ± 7.08*†	< 0.001	0.275
Abalakov (cm)	39.38 ± 4.73	43.00 ± 7.42	46.26 ± 7.36*	47.07 ± 8.19*	0.002	0.175
Horizontal jump (m)	2.02 ± 0.27	2.24 ± 0.22a	2.25 ± 0.21*	2.40 ± 0.19*	< 0.001	0.251
Course-Navette (palliers)	9.85 ± 1.94	10.57 ± 1.85	10.90 ± 1.60	11.61 ± 1.89*	0.033	0.105
Flexibility (cm)	8.16 ± 14.17	6.81 ± 9.27	3.83 ± 9.62	8.40 ± 12.28	0.609	0.021
Crunch test (rep)	23.04 ± 4.09	26.46 ± 3.37*	28.12 ± 3.66*	28.67 ± 2.74*	< 0.001	0.287

Data are expressed as mean ± SD. Significantly differences among age categories by one-way ANOVA and Bonferroni post-hoc test ( $p < 0.05$ ): \*vs cadet 1; †vs cadet 2; ‡vs junior 1.

**Table II. Body composition and physical performance of U-15 basketball players**

	<b>Guard (n = 14)</b>	<b>Forward (n = 12)</b>	<b>Centre (n = 15)</b>	<b>p</b>	<b><math>\eta^2_p</math></b>
Age (years)	14.12 ± 0.41	14.21 ± 0.56	14.16 ± 0.41	0.869	0.007
Body mass (kg)	69.0 ± 6.9	78.0 ± 9.8	75.2 ± 9.2	0.144	0.162
Height (cm)	185.4 ± 3.7	191.4 ± 3.9*	191.1 ± 6.8	0.024	0.249
Arm span (cm)	188.6 ± 4.8	195.3 ± 4.3	193.9 ± 6.7	0.060	0.235
Σ-4 (mm)	35.4 ± 8.6	38.5 ± 8.3	38.1 ± 11.8	0.801	0.022
Σ-6 (mm)	55.5 ± 15.0	61.6 ± 15.1	60.9 ± 19.2	0.746	0.029
FM (%)	8.4 ± 1.6	9.1 ± 1.6	9.3 ± 2.1	0.596	0.048
20 m (sec)	2.95 ± 0.17	3.19 ± 0.32	3.36 ± 0.33*	0.021	0.296
20 mB (sec)	3.28 ± 0.34	3.36 ± 0.29	3.60 ± 0.40	0.165	0.151
3 x 10 m (sec)	7.31 ± 0.46	7.71 ± 0.55	7.54 ± 0.60	0.431	0.081
5 kg (m)	5.94 ± 0.49	5.50 ± 1.06	5.52 ± 0.78	0.386	0.073
4 kg (m)	6.68 ± 0.64	6.46 ± 0.76	6.03 ± 0.85	0.162	0.136
3 kg (m)	7.35 ± 0.62	7.16 ± 0.62	6.54 ± 0.69*	0.024	0.259
Back extensors (n)	149.6 ± 35.4	141.1 ± 26.8	137.1 ± 24.0	0.618	0.038
CMJ (cm)	33.89 ± 4.31	31.17 ± 4.31	32.36 ± 4.86	0.521	0.055
Abalakov (cm)	40.89 ± 3.02	41.13 ± 4.91	37.18 ± 5.23	0.126	0.165
Horizontal jump (m)	2.11 ± 0.21	2.11 ± 0.08	1.89 ± 0.35	0.102	0.167
Course-Navette (palliers)	11.11 ± 1.17	9.92 ± 0.86	8.77 ± 2.00a	0.020	0.287
Flexibility (cm)	8.15 ± 9.98	10.50 ± 21.60	6.69 ± 12.88	0.866	0.011
Crunch test (rep)	24.00 ± 4.40	22.57 ± 3.87	22.45 ± 4.16	0.664	0.032

Data are mean ± SD. Significant difference from the respective positional group according to Bonferroni post-hoc test: \* vs guard.

**Table III. Body composition and physical performance of U-16 basketball players**

	<b>Guard (n = 14)</b>	<b>Forward (n = 10)</b>	<b>Centre (n = 19)</b>	<b>p</b>	<b><math>\eta^2_p</math></b>
Age (years)	15.15 ± 0.43	15.27 ± 0.58	15.20 ± 0.44	0.815	0.010
Body mass (kg)	71.9 ± 6.7	78.9 ± 8.7	82.7 ± 9.8*	0.032	0.218
Height (cm)	188.9 ± 3.2	193.8 ± 3.8	193.1 ± 6.5	0.088	0.150
Arm span (cm)	192.2 ± 4.9	195.7 ± 6.3	196.7 ± 6.1	0.224	0.105
Σ-4 (mm)	32.1 ± 3.0	45.2 ± 27.8	36.6 ± 12.1	0.273	0.086
Σ-6 (mm)	50.4 ± 5.5	70.8 ± 40.0	56.5 ± 18.9	0.231	0.096
FM (%)	7.9 ± 0.6	10.0 ± 4.2	20.0 ± 29.5	0.345	0.073
20 m (sec)	2.91 ± 0.09	2.91 ± 0.19	3.03 ± 0.28	0.433	0.084
20 mB (sec)	3.13 ± 0.42	3.27 ± 0.44	3.37 ± 0.34	0.438	0.083
3 x 10 m (sec)	7.21 ± 0.43	7.70 ± 0.66	7.38 ± 0.62	0.306	0.098
5 kg (m)	6.31 ± 0.42	5.98 ± 0.48	6.24 ± 0.77	0.605	0.043
4 kg (m)	7.24 ± 0.57	6.68 ± 0.27	6.62 ± 0.73	0.071	0.206
3 kg (m)	7.94 ± 0.80	7.63 ± 0.49	7.56 ± 1.26	0.672	0.034
Back extensors (n)	183.0 ± 21.6	172.6 ± 27.2	164.2 ± 30.7	0.272	0.103
CMJ (cm)	36.86 ± 4.49	36.00 ± 3.46	36.00 ± 5.80	0.935	0.007
Abalakov (cm)	44.86 ± 4.71	45.50 ± 5.97	41.08 ± 8.94	0.449	0.077
Horizontal jump (m)	2.27 ± 0.22	2.32 ± 0.08	2.17 ± 0.25	0.395	0.075
Course-Navette (palliers)	11.79 ± 1.47	10.00 ± 2.38	10.00 ± 1.64	0.105	0.211
Flexibility (cm)	9.59 ± 5.47	9.75 ± 17.11	3.29 ± 8.46	0.215	0.120
Crunch test (rep)	26.82 ± 3.28	27.60 ± 2.70	25.67 ± 3.75	0.524	0.050

Data are mean ± SD. Significant difference from the respective positional group according to Bonferroni post-hoc test: \* vs guard.

Table IV shows body composition and physical performance of U-17 based on playing position. Centers described higher values in height ( $190.4 \pm 3.2$  vs  $198.8 \pm 3.0$  cm;  $p < 0.001$ ) and arm span ( $193.4 \pm 5.5$  vs  $202.9 \pm 5.0$  cm;  $p = 0.007$ ) than guards.

Table V described body composition and physical performance of U-18 basketball players. In this table, differences were observed between centers and guards in body mass ( $79.3 \pm 3.6$  vs  $92.6 \pm 9.2$  kg;  $p = 0.031$ ) and ( $191.2 \pm 3.5$  vs  $199.9 \pm 2.8$ ;  $p = 0.001$ ).

## DISCUSSION

For the best of the author's knowledge, this is the first study investigating complete physiological, anthropometric and performance characteristics of top youth international male Spanish basketballers, with no previous evidence regarding national academy during four-year follow-up program. The main purpose of this study was: a) to describe anthropometric and performance characteristics of this population; and b) to analyze differences among positions. The main findings of this study were the following. The anthropometry presented significant differences between groups U-14 and U-17. In the mediated that players grew, more arm span was observed. Likewise, the most significant changes were in U-17 vs U-14 and U-15 in strength upper body values. Finally, the best result in endurance capacity took place in June of the 4<sup>th</sup> year in Course-Navette.

The "Century XXI" Project was a long-term program performed with the best U-14 and U-17 Spanish players with the aim of improving sports performance in order to be elite basketballers (15). One of the strengths of this experience was its multidisciplinary approach. A big group of professionals (coaches, physicians, psychologist, and strength and conditioning coaches), with expertise in a specific field (basketball, conditioning and fitness, medicine, psychology), designed it together.

From an anthropometrical point of view, in basketball, height is considered to be the most important physical attribute. In particular, this parameter is an important factor when identifying and selecting talents (24). Differences among playing positions in height and body mass of elite basketball players have been shown in several previous studies (1). The first result of our data confirmed significant differences in body mass between two categories (U-15 and U-17) and this idea is in accordance with previous studies providing a better understanding to basketball specialists regarding the selection process of players at the elite level, especially on the transition from youth elite programs to men's elite leagues (25). The knowledge of body composition and fitness level of the players and their evolution through the season is very helpful for the head coach, as well as for the strength and conditioning coach (26).

In the same sense, in the mediated those players grew, more height, more body mass and more arm span were observed. With-

**Table IV.** Body composition and physical performance of U-17 basketball players

	Guard (n = 14)	Forward (n = 10)	Centre (n = 16)	p	$\eta^2_p$
Age (years)	16.08 ± 0.41	16.33 ± 0.64	16.14 ± 0.39	0.432	0.044
Body mass (kg)	78.7 ± 8.0	84.8 ± 6.9	88.1 ± 7.6	0.061	0.216
Height (cm)	190.4 ± 3.2	195.3 ± 5.0	198.8 ± 3.0*	< 0.001	0.478
Arm span (cm)	193.4 ± 5.5	199.0 ± 6.0	202.9 ± 5.0*	0.007	0.349
Σ-4 (mm)	40.1 ± 20.5	46.9 ± 17.0	40.0 ± 16.4	0.659	0.036
Σ-6 (mm)	61.7 ± 30.0	71.2 ± 20.3	59.4 ± 22.8	0.554	0.050
FM (%)	9.1 ± 3.2	10.1 ± 2.1	8.8 ± 2.4	0.551	0.050
20 m (sec)	2.84 ± 0.18	2.89 ± 0.18	2.99 ± 0.30	0.531	0.086
20 mB (sec)	2.94 ± 0.21	3.03 ± 0.16	3.17 ± 0.27	0.217	0.196
3 x 10 m (sec)	6.94 ± 0.36	7.21 ± 0.62	7.06 ± 0.38	0.431	0.081
5 kg (m)	6.88 ± 0.52	5.95 ± 0.73	6.53 ± 0.96	0.167	0.190
4 kg (m)	7.67 ± 0.73	6.83 ± 0.85	6.95 ± 0.91	0.227	0.191
3 kg (m)	8.33 ± 0.76	7.95 ± 1.41	7.58 ± 1.32	0.529	0.087
Back extensors (n)	205.5 ± 18.6	197.8 ± 46.4	179.7 ± 19.2	0.251	0.179
CMJ (cm)	39.25 ± 5.52	40.75 ± 4.92	38.43 ± 7.93	0.849	0.020
Abalakov (cm)	45.63 ± 6.63	47.25 ± 6.45	46.43 ± 9.45	0.941	0.008
Horizontal jump (m)	2.33 ± 0.17	2.23 ± 0.21	2.19 ± 0.25	0.484	0.098
Course-Navette (paliars)	11.93 ± 1.30	10.75 ± 0.96	10.17 ± 1.71	0.084	0.253
Flexibility (cm)	7.63 ± 3.46	7.67 ± 14.50	-2.14 ± 10.48	0.104	0.260
Crunch test (rep)	28.67 ± 3.67	28.00 ± 2.45	27.71 ± 4.57	0.906	0.014

Data are mean ± SD. Significant difference from the respective positional group according to Bonferroni post-hoc test: \* vs guard.

**Table V.** Body composition and physical performance of U-18 basketball players

	Guard (n = 6)	Forward (n = 8)	Centre (n = 10)	p	$\eta^2_p$
Age (years)	17.42 ± 0.11	17.33 ± 0.70	17.20 ± 0.32	0.639	0.042
Body mass (kg)	79.3 ± 3.6	87.6 ± 9.0	92.6 ± 9.2*	0.031	0.353
Height (cm)	191.2 ± 3.5	195.5 ± 3.9	199.9 ± 2.8*	0.001	0.596
Arm span (cm)	195.1 ± 6.7	200.3 ± 6.4	204.9 ± 7.3	0.064	0.291
Σ-4 (mm)	28.9 ± 4.6	46.1 ± 21.4	33.0 ± 9.4	0.186	0.228
Σ-6 (mm)	43.1 ± 6.5	69.1 ± 29.7	49.1 ± 14.5	0.156	0.249
FM (%)	7.1 ± 0.7	9.8 ± 3.1	7.7 ± 1.5	0.156	0.249
20 m (sec)	3.06 ± 0.46	2.88 ± 0.06	3.08 ± 0.27	0.762	0.048
20 mB (sec)	2.95 ± 0.12	3.05 ± 0.06	3.29 ± 0.33	0.123	0.317
3 x 10 m (sec)	6.86 ± 0.45	6.77 ± 0.04	7.08 ± 1.15	0.870	0.023
5 kg (m)	7.28 ± 0.64	6.85 ± 0.78	7.24 ± 0.75	0.757	0.045
4 kg (m)	8.11 ± 1.17	7.85 ± 0.49	8.01 ± 0.97	0.954	0.008
3 kg (m)	9.46 ± 0.83	8.55 ± 0.92	8.86 ± 1.60	0.642	0.077
Back extensors (n)	215.4 ± 27.5	213.5 ± 29.0	201.5 ± 035.8	0.736	0.050
CMJ (cm)	46.60 ± 3.51	36.50 ± 7.78	39.43 ± 7.44	0.118	0.322
Abalakov (cm)	49.60 ± 7.44	42.50 ± 10.61	46.57 ± 8.77	0.607	0.087
Horizontal jump (m)	2.42 ± 0.17	2.46 ± 0.13	2.36 ± 0.23	0.791	0.042
Course-Navette (paliars)	12.50 ± 1.77	13.20 ± 1.40	10.57 ± 1.77	0.111	0.330
Flexibility (cm)	14.80 ± 10.57	18.50 ± 13.44	1.88 ± 10.25	0.072	0.355
Crunch test (rep)	29.00 ± 2.35	32.00 ± 2.00	27.63 ± 2.72	0.119	0.299

Data are mean ± SD. Significant difference from the respective positional group according to Bonferroni post-hoc test: \* vs guard.

ers et al. (1977) investigated the anthropometric characteristics of basketball, hockey and soccer players and found that basketball players were taller and heavier, thus presenting greater muscle mass than players of other sports (27). In particular, players showed higher body mass and arm span values compared to the general population and indoor soccer players, and the anthropometric and physical fitness characteristics differed depending on the team court sport practiced (28).

Regarding positions based on our data, it must be noted that from early ages there are morphological differences between centers and guards, which serve us as references to be able to select, although further investigations are necessary to assess potential changes in status to determine relations between anthropometrical and skill variables (29).

On the other hand, basketball is characterised by repeated explosive activities, such as sprints, jumps, shuffles and rapid changes in direction, presenting a high level of strength parameters (4). In particular, upper extremity muscle strength and grip strength are the primary factors affecting passing accuracy. Grip strength is correlated with the strength of the upper extremity, general strength of the body and some anthropometric measurements (30). In this way, the medicine ball test protocol attempts to evaluate and provide information about the ability of the players to apply strength/power. Medicine ball throwing correlates with upper-body strength as well as with throwing and hitting

ability (31). This indicates that training workload is of importance in these subjects for enhancement of ball throwing performance and in designing training programs (32). In particular, in basketball the centers position being advanced in most of the medicine-ball-throw in all positions (24). In our study, the most significant changes were in U-17 vs U-14 and U-15 in strength values (3 kg). These results are based on previous conclusions that demonstrated that resistance training designed for young basketballers increased explosive levels (33).

The low back pain is a relatively common complaint in young team sport players (34), especially the prevalence of pain symptoms is highest during the competitive playing season. Based on this affirmation, the back-extensor extension dynamometer is commonly used to test dynamic and static lumbar area (15). Our results presented statistical differences in the U-17 group vs U-14 and U-15. These results can help us better understand the prevalence of low back pain and provide us with necessary insight to take effective steps towards its prevention in athletes (35); however, no clear explanation for the differences are presented (36).

The vertical jump in basketball is a good measure of specific muscular performance (1). The literature reports that explosive power is an important feature for basketball players (37,38). Within this context, our data showed significant differences in the U-17 group compared to the U-14 and U-15 groups, respectively. The effect of pubertal status was significant for the jumps (39); this is

probably due to the specific nature of basketball, relying more on jumping activities as compared to other team sports.

Jumping ability in horizontal axis is very important for a basketball player, given that the player must jump as high as possible for achieving the ball during rebound task (2). In particular, significant differences were observed in the U-17 group vs U-14. Maturation differences explain the morphological superiority of national athletes in terms of arm span, lower limb length, biacromial breadth and arm strength, in consonance with other studies that demonstrated that those who are more mature have advantages in anthropometric characteristics and physiological test results (40). Maturation should be considered as a covariate when one intends to distinguish the morphological characteristics and fitness of U-16 athletes with different levels (41).

The necessary oxygen uptake for play to basketball has been established in the scientific literature on a previous compendium (42). Our data were obtained by a Course-Navette test and the values presented in this population produced improvement in the results. There are significant differences between U-14 and U-17. A tendency was observed in the U-15 group: the guards completed more periods than the rest of positions. The best result in this test took place in June of the 4<sup>th</sup> year (U-17). The increase in  $VO_{2max}$  during the pubertal age corresponds to the greater increase in height, which is in accordance with many other organic changes, increasing endurance capacity (43). The main limitation of this project was the low sample, given that the elite of this sport is being analyzed.

In summary, the main findings of this study were: a) the anthropometry presented significant differences between groups U-14 and U-17; and b) in the mediated that players grew, a bigger arm span was observed. The most significant changes were in U-16 vs U-14 and U-15 in strength body up. The best result in endurance took place in June of the 4<sup>th</sup> year. Within this context, the present study may be useful for strength coaches to plan their programs with youth basketballers.

## REFERENCES

- Ostojic SM, Mazic S, Dikic N. Profiling in basketball: physical and physiological characteristics of elite players. *J Strength Cond Res* 2006;20(4):740-4.
- Ben Abdelkrim N, El Fazaa S, El Ati J. Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *Br J Sports Med* 2007;41(2):69-75.
- McKeag D. *Handbook of Sports Medicine and Science. Basketball*. Indianapolis, USA: Blackwell Science; 2003.
- Ziv G, Lidor R. Physical attributes, physiological characteristics, on-court performances and nutritional strategies of female and male basketball players. *Sports Med* 2009;39(7):547-68.
- Ben Abdelkrim N, Castagna C, Jabri I, Battikh T, El Fazaa S, El Ati J. Activity profile and physiological requirements of junior elite basketball players in relation to aerobic-anaerobic fitness. *J Strength Cond Res* 2010;24(9):2330-42.
- Meckel Y, Gottlieb R, Eliakim A. Repeated sprint tests in young basketball players at different game stages. *Eur J Appl Physiol* 2009;107(3):273-9.
- Hoffman JR, Tenenbaum G, Maresch CM, Kraemer WJ. Relationship between athletic performance tests and playing time in elite college basketball players. *J Strength Cond Res* 1996;10(2):67-71.
- McInnes SE, Carlson JS, Jones CJ, McKenna MJ. The physiological load imposed on basketball players during competition. *J Sports Sci* 1995;13(5):387-97.
- Stojanovic MD, Ostojic SM, Calleja-González J, Milosevic Z, Mikic M. Correlation between explosive strength, aerobic power and repeated sprint ability in elite basketball players. *J Sports Med Phys Fitness* 2012;52(4):375-81.
- Leite NM, Leser R, Goncalves B, Calleja-González J, Baca A, Sampaio J. Effect of defensive pressure on movement behaviour during an under-18 basketball game. *Int J Sports Med* 2014;35(9):743-8.
- Amiridis IG, Cometti G, Morlon B. Effects of different types of training on torque/angular velocity relationship. Experimental study by isokinetic ergometry in high-level basketball players. *C R Seances Soc Biol Fil* 1994;188(4):365-78.
- Schelling X, Calleja-González J, Torres-Ronda L, Terrados N. Using testosterone and cortisol as biomarker for training individualization in elite basketball: a 4-year follow-up study. *J Strength Cond Res* 2015;29(2):368-78.
- Delextrat A, Trochym E, Calleja-González J. Effect of a typical in-season week on strength jump and sprint performances in national-level female basketball players. *J Sports Med Phys Fitness* 2012;52(2):128-36.
- Beunen G, Malina RM. Growth and biologic maturation: relevance to athletic performance. *The young athlete*. Malden, MA: Blackwell Publishing; 2008. pp. 3-17.
- Calleja-González J, Mielgo-Ayuso J, Lekue JA, Leibar X, Erauzkin J, Jukic I, et al. The Spanish "Century XXI" academy for developing elite level basketballers: design, monitoring and training methodologies. *Phys Sportsmed* 2016;44(2):148-57.
- Del Corral P, Chandler-Laney PC, Casazza K, Gower BA, Hunter GR. Effect of dietary adherence with or without exercise on weight loss: a mechanistic approach to a global problem. *J Clin Endocrinol Metab* 2009;94(5):1602-7.
- Brochu M, Malita MF, Messier V, Doucet E, Strychar I, Lavoie J, et al. Resistance training does not contribute to improving the metabolic profile after a 6-month weight loss program in overweight and obese postmenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab* 2009;94(9):3226-33.
- Stewart A, Marfell-Jones M, Olds T, De Ridder H. *International standards for anthropometric assessment*. Lower Hutt, New Zealand: ISAK; 2011.
- Cabañas Armesilla MD, Esparza Ros F. *Compendio de cineantropometría*. Madrid: CTO Editorial; 2009.
- Carter JEL. *Body composition of Montreal Olympic athletes. Physical structure of Olympic athletes - Part I. The Montreal Olympic Games Anthropological Project*. Switzerland: Basel; 1982. pp. 107-16.
- Reilly T, Williams AM. *Science and soccer*. London: Routledge; 2003.
- Mielgo-Ayuso J, Calleja-González J, Clemente-Suárez VJ, Zourdos MC. Influence of anthropometric profile on physical performance in elite female volleyballers in relation to playing position. *Nutr Hosp* 2014;31(2):849-57.
- Ferguson CJ. An effect size primer: a guide for clinicians and researchers. *Prof Psychol Res Pr* 2009;40(5):532.
- Sisic N, Jelcic M, Pehar M, Spasic M, Sekulic D. Agility performance in high-level junior basketball players: the predictive value of anthropometrics and power qualities. *J Sports Med Phys Fitness* 2016;56(7-8):884-93.
- Vaquera A, Santos S, Villa G, Morante J, Garcia-Tormo J. Anthropometric characteristics of Spanish professional basketball players. *J Hum Kinet* 2015;46(1):99-106.
- Drinkwater EJ, Pyne DB, McKenna MJ. Design and interpretation of anthropometric and fitness testing of basketball players. *Sports Med* 2008;38(7):565-78.
- Withers RT, Roberts GD, Davies GJ. The maximum aerobic power, anaerobic power and body composition of South Australian male representatives in athletics, basketball, field hockey and soccer. *J Sports Med Phys Fitness* 1977;17(4):391-400.
- Silva DA, Petroski EL, Gaya AC. Anthropometric and physical fitness differences among Brazilian adolescents who practise different team court sports. *J Hum Kinet* 2013;36:77-86.
- Jelcic M, Sekulic D, Marinovic M. Anthropometric characteristics of high level European junior basketball players. *Coll Antropol* 2002;26(Suppl):69-76.
- Balogun JA, Akomolafe CT, Amusa LO. Grip strength: effects of testing posture and elbow position. *Arch Phys Med Rehabil* 1991;72(5):280-3.
- Davis KL, Kang M, Boswell BB, DuBose KD, Altman SR, Binkley HM. Validity and reliability of the medicine ball throw for kindergarten children. *J Strength Cond Res* 2008;22(6):1958-63.
- Van den Tillaar R, Marques MC. Effect of different training workload on overhead throwing performance with different weighted balls. *J Strength Cond Res* 2013;27(5):1196-201.
- Santos EJ, Janeira MA. The effects of resistance training on explosive strength indicators in adolescent basketball players. *J Strength Cond Res* 2012;26(10):2641-7.
- Pasanen K, Rossi M, Parkkari J, Kannus P, Heinonen A, Tokola K, et al. Low back pain in young basketball and floorball players. *Clin J Sport Med* 2016;26(5):376-80.

35. Noormohammadpour P, Rostami M, Mansournia MA, Farahbakhsh F, Pourgharib Shahi MH, Kordi R. Low back pain status of female university students in relation to different sport activities. *Eur Spine J* 2016;25(4):1196-203.
36. Duncan MJ, Woodfield L, Al-Nakeeb Y. Anthropometric and physiological characteristics of junior elite volleyball players. *Br J Sports Med* 2006;40(7):649-51.
37. Neto AP, De Castro César M. Body composition assessment in male basketball players in Brazilian National Basketball League 2003. *Braz J Kinesiol Hum Perform* 2006;7(1):35-44.
38. Ascì A, Acikada C. Power production among different sports with similar maximum strength. *J Strength Cond Res* 2007;21(1):10-6.
39. Coelho E, Silva MJ, Moreira Carvalho H, Gonçalves CE, Figueiredo AJ, Elferink-Gemser MT, et al. Growth, maturation, functional capacities and sport-specific skills in 12-13 year-old-basketball players. *J Sports Med Phys Fitness* 2010;50(2):174-81.
40. Torres-Unda J, Zarrasquin I, Gil J, Ruiz F, Irazusta A, Kortajarena M, et al. Anthropometric, physiological and maturational characteristics in selected elite and non-elite male adolescent basketball players. *J Sports Sci* 2013;31(2):196-203.
41. Vieira F, Veiga V, Carita AI, Petroski EL. Morphological and physical fitness characteristics of under-16 Portuguese male handball players with different levels of practice. *J Sports Med Phys Fitness* 2013;53(2):169-76.
42. Narazaki K, Berg K, Stergiou N, Chen B. Physiological demands of competitive basketball. *Scand J Med Sci Sports* 2009;19(3):425-32.
43. Kobayashi K, Kitamura K, Miura M, Sodeyama H, Murase Y, Miyashita M, et al. Aerobic power as related to body growth and training in Japanese boys: a longitudinal study. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol* 1978;44(5):666-72.



## Trabajo Original

Valoración nutricional

### Estudio multicéntrico preliminar sobre el estado nutricional en hospitalización a domicilio (HaD) con una misma aplicación informática de valoración nutricional *Preliminary multicentric study on the nutritional status in hospitalization at home (HaD) with the same informational application of nutritional assessment*

M.<sup>a</sup> Carmen Mias Carballal<sup>1</sup>, Rafael Villalobos Mori<sup>1</sup>, Alfredo Escartin Arias<sup>1</sup>, Ramón Ribalta Reñé<sup>2</sup>, Jorge Juan Olsina Kissler<sup>1</sup>, Anna Torres Corts<sup>3</sup>, Ángel LLàcer Furió<sup>4</sup>, M.<sup>a</sup> José Fernández Cotarelo<sup>5</sup> y Araceli Ramos Carrasco<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Servicio de Cirugía General. Hospital Universitario Arnau de Vilanova de Lleida. Facultad de Medicina. Universidad de Lleida. IRB. Lleida. <sup>2</sup>Unidad de Hospitalización a Domicilio. Hospital Universitario Arnau de Vilanova de Lleida. Lleida. <sup>3</sup>HADO-UFISS Hospital Dos de Maig. Barcelona. <sup>4</sup>Unidad de Hospitalización a Domicilio. Hospital Lluís Alcanyis. Xativa. <sup>5</sup>Servicio de Medicina Interna. Hospital Universitario de Móstoles. Universidad Rey Juan Carlos. Móstoles. <sup>6</sup>Servicio de Endocrinología y Nutrición. Hospital Universitario de Móstoles. Universidad Rey Juan Carlos. Móstoles

## Resumen

**Introducción:** la malnutrición hospitalaria tiene una elevada prevalencia y comporta un incremento del coste sanitario. La hospitalización a domicilio (HaD) permite el control en el domicilio de un episodio hospitalario agudo estable clínicamente por un equipo sanitario especializado.

**Objetivo:** conocer el estado nutricional de los pacientes que ingresen en HaD con una misma aplicación informática (*app*) para poder instaurar medidas nutricionales precoces en el domicilio y mejorar la evolución posthospitalaria de los pacientes.

**Material y metodología:** estudio multicéntrico prospectivo y descriptivo del estado nutricional en cuatro unidades de HaD, durante un periodo de dos meses consecutivos durante el año 2016. Se recogieron las variables: unidad de HaD, edad, sexo, motivo de ingreso, patología asociada, procedencia, diagnóstico, valoración social, soporte nutricional previo, talla, peso, pérdida de peso, tiempo de la pérdida de peso, proteínas totales, albúmina, linfocitos, colesterol, índice de masa corporal (IMC), estado nutricional según el IMC, riesgo nutricional, tipo y grado de desnutrición. Se realizó la valoración nutricional con la *app* HEN-Persan y se analizaron los resultados estadísticamente con el programa informático SPSS 21.0.

**Resultados:** no existen diferencias significativas entre las cuatro unidades. Globalmente, el 36% de pacientes ingresados en HaD presentaban un estado nutricional normal. El 87% presentaba algún tipo de malnutrición, predominando la desnutrición de tipo mixta (63%). Según el grado, fue leve (36%), moderada (27%) y grave (35%).

**Conclusiones:** la utilización de una *app* permite tener una valoración nutricional inmediata, de manera fácil, segura y fiable en HaD, para poder introducir medidas nutricionales precoces y mejorar la evolución posthospitalaria de los pacientes.

#### Palabras clave:

Cribado nutricional.  
Valoración nutricional.  
Malnutrición.  
Hospitalización a domicilio.  
Herramientas informáticas de valoración nutricional.  
Malnutrición hospitalaria.

## Abstract

**Introduction:** the prevalence of hospital malnutrition is high and involves an increase in health care costs. Home hospitalization (HH) allows better clinically stable patient control after an acute illness by a highly specialized health care team.

**Objective:** to know the nutritional condition of home hospitalization patients using a computer application that allows the implementation of early nutritional measures at home and improves post-hospital control of these patients.

**Material and methods:** prospective multicenter study of the nutritional condition of patients in four different home hospitalization centers during a period of two consecutive months in 2016. Variables were collected: home hospitalization, age, gender, reason for admission, associated morbidity, origin, diagnosis, social assessment, previous nutritional support, height, weight, weight loss, time of weight loss, total proteins, albumin, lymphocytes, cholesterol, body mass index (BMI), nutritional condition, type and degree of malnutrition. Nutritional condition was assessed using the application HEN-Persan and results were statistically analyzed using the SPSS 21.0 software.

**Results:** no significant differences were found between the four centers. In home hospitalization patients, 36% presented a normal nutritional screening and 87% presented some degree of malnutrition, while combined malnutrition prevailed (63%). Depending on the nutritional degree, 36% of patients had mild malnutrition, 27% presented moderate malnutrition and 35% had severe malnutrition.

**Conclusions:** a computer application allows for an immediate, secure and reliable nutritional assessment in home hospitalization that helps introduce early nutritional measures and improve post-hospital control of patients.

#### Key words:

Nutritional screening.  
Nutritional evaluation.  
Malnutrition. Home hospitalization.  
Software nutrition evaluation. Hospital malnutrition.

Recibido: 24/04/2018 • Aceptado: 15/06/2018

Comité de Ética de Investigación Clínica (CEIC): Aceptación del proyecto CEIC-1545 titulado "Estudio multicéntrico sobre el estado nutricional de los pacientes ingresados en unidades de HaD: HADNUT1", por el CEIC del Hospital Universitario Arnau de Vilanova de Lleida el 25 de octubre de 2015.

Mias Carballal MC, Villalobos Mori R, Escartin Arias A, Ribalta Reñé R, Olsina Kissler JJ, Torres Corts A, LLàcer Furió A, Fernández Cotarelo MJ, Ramos Carrasco A. Estudio multicéntrico preliminar sobre el estado nutricional en hospitalización a domicilio (HaD) con una misma aplicación informática de valoración nutricional. *Nutr Hosp* 2018;35(6):1340-1346

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2006>

#### Correspondencia:

M.<sup>a</sup> Carmen Mias Carballal. Servicio de Cirugía General. Hospital Universitario Arnau de Vilanova. Av. Alcalde Rovira Roure, 98. 25198 Lleida  
e-mail: [mcvias.lleida.ics@gencat.cat](mailto:mcvias.lleida.ics@gencat.cat)

## INTRODUCCIÓN

La malnutrición es el resultado de un desequilibrio entre las necesidades corporales y la ingesta de nutrientes. Se pueden diferenciar dos tipos de malnutrición: por déficit (desnutrición) y por exceso (obesidad y/o sobrepeso), a pesar de que en la práctica clínica se sigue hablando de malnutrición para referirnos a diferentes estados de desnutrición (1).

La desnutrición relacionada con la enfermedad es un problema de salud mundial con una elevada prevalencia (20-50%) y que genera un elevado coste sanitario (1,2).

En el paciente hospitalizado, la desnutrición se produce por diferentes motivos (2), comportando un aumento de la morbimortalidad, un alargamiento de las estancias hospitalarias, un incremento del coste sanitario y un deterioro de la calidad de vida de los pacientes (3), especialmente en pacientes con patología quirúrgica (1).

La hospitalización a domicilio (HaD) es una alternativa a la hospitalización convencional que permite el control en el domicilio de un episodio hospitalario agudo estable clínicamente por un equipo sanitario especializado (4), ofreciendo atención de rango hospitalario (4,5). Esta modalidad asistencial se inició en 1947 en Estados Unidos, en 1951 en Europa y en 1981 en España. Actualmente existe un gran número de unidades de HaD en las distintas comunidades autónomas españolas, aunque su funcionamiento es heterogéneo (5).

La prevalencia de la desnutrición en los pacientes hospitalizados en España se estima entre el 30 y el 50% (6), independientemente de si se trata de pacientes médicos o quirúrgicos (3,7), alcanza el 60% en los pacientes ancianos hospitalizados y aumenta a medida que se alarga la estancia hospitalaria (8,9), especialmente en los pacientes de edad (10). Existen pocos trabajos que hayan estudiado la desnutrición de pacientes en HaD (5,11).

Existen diferentes métodos para hacer la evaluación nutricional en distintas situaciones clínicas y para determinados pacientes (1,6), como el Malnutrición Universal Screening Tool (MUST) para pacientes en la comunidad (2), el Nutrition Risk Screening 2002 (NRS) para pacientes hospitalizados (12,13) y el Mini-Nutritional Assessment (MNA) para pacientes ancianos (14-16).

Con la introducción de la informática en el campo nutricional se están buscando métodos de cribado sencillos y fáciles de usar que permitan identificar malnutrición tanto en poblaciones sanas como enfermas y que puedan ser usados *on-line* (17-21). Entre todos ellos destacamos la aplicación informática denominada HEN-Persan (22), que está disponible para ANDROID e IOS (23) y permite realizar el cribado nutricional, la determinación del tipo de desnutrición, el cálculo del requerimiento energético según las necesidades del paciente y las recomendaciones nutricionales.

El cribado nutricional rutinario en los pacientes ingresados en una HaD con una herramienta fácil de usar, pero segura y fiable, podría ser muy importante para conocer el estado nutricional e identificar el tipo y grado de desnutrición de los pacientes de una HaD en el momento de su ingreso, para implementar un soporte nutricional adecuado.

Por este motivo, los autores se plantearon realizar un estudio durante dos meses sobre el estado nutricional de todos los pacientes que ingresaran en HaD, con la utilización de la *app* HEN-Persan.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio multicéntrico prospectivo y descriptivo del estado nutricional de los pacientes ingresados en unidades de HaD españolas durante un periodo de dos meses consecutivos (noviembre-diciembre 2016).

Se envió un correo electrónico a todas las unidades de HaD españolas que quisieran participar. Respondieron cuatro unidades: la del Hospital Universitario Arnau de Vilanova de Lleida, la del Hospital Lluís Alcanyís de Xativa, la del Hospital Universitario de Móstoles y la del Hospital Dos de Maig de Barcelona, y se incluyeron un total de 109 pacientes.

Se solicitó y se obtuvo la autorización del CEIC de los diferentes hospitales que participaron en el estudio. Asimismo, se solicitó el consentimiento informado de los pacientes que se incluyeron en el mismo, tras ser informados correctamente.

Se definieron las variables que se estudiarían: unidad de HaD, edad, sexo, motivo de ingreso, patología asociada, procedencia, diagnóstico, valoración social, soporte nutricional previo, talla, peso, pérdida de peso, tiempo de la pérdida de peso, proteínas totales, albúmina, linfocitos, colesterol, índice de masa corporal (IMC), estado nutricional según el IMC, riesgo nutricional, tipo de desnutrición y grado de desnutrición.

Se utilizó la *app* HEN-Persan, diseñada por el Departamento de Investigación e Innovación Tecnológica Aplicada a la Nutrición y Alimentación (ITANA) perteneciente al Centro Internacional Virtual de Investigación en Nutrición (CIVIN), con la colaboración de la empresa Persan Farma, y dirigida por la Dra. Carmina Wanden-Berghe. Se puede descargar en móviles y tabletas de manera libre y gratuita y está validada por la Sociedad Española de Nutrición Clínica y Metabolismo (SENPE) para calcular el IMC, el estado nutricional a partir del IMC (normal, delgadez aceptable, delgadez moderada, sobrepeso, obesidad grado I, obesidad grado II y obesidad grado III), el riesgo nutricional (sí, no), el tipo de desnutrición (calórica, mixta, proteica) y el grado de desnutrición (leve, moderada, grave), a partir de la incorporación de los datos relacionados con la historia dietética y los parámetros analíticos (proteínas totales, albúmina, linfocitos y colesterol).

A todos los pacientes que participaron en el estudio se les realizó una analítica de control en el momento de ingreso en la HaD si no disponían de los parámetros bioquímicos que se necesitaban para el estudio.

Para el estudio estadístico no se calculó el tamaño de la muestra por ser un estudio exploratorio. Las variables cuantitativas se expresaron mediante media, desviación estándar y rangos. Las variables cualitativas, mediante frecuencias y porcentajes. Las variables cuantitativas se compararon mediante la prueba de Kruskal-Wallis y las variables cualitativas, mediante tablas de contingencia y Chi cuadrado. El nivel de significación se estableció

en  $p < 0,05$ . Para el estudio se utilizó el programa SPSS versión 21.0 (IBM Co. Armonk, NY, Estados Unidos).

## RESULTADOS

Participaron en el estudio cuatro unidades de HaD españolas, con un total de 109 pacientes. Se distribuyeron de la siguiente manera: el 26% en la unidad de HaD del Hospital Universitario

Arnau de Vilanova de Lleida (HaD HUAV Lleida), el 14% en la del Hospital Lluís Alcanyís de Xativa (HaD H Xativa), el 38% en la del Hospital Universitario de Móstoles (HaD HU Móstoles) y el 22% en la del Hospital Dos de Maig de Barcelona (HADO H Dos de Maig) (Tabla I).

La edad media global de los pacientes fue de  $67,8 \pm 17,3$  años, con un rango entre los 19 y los 97 años (Tabla I). En dos unidades los pacientes mayores de 60 años representaban el 93% del total, siendo estadísticamente significativo (Tabla II).

**Tabla I.** Resultados de las variables generales de los 109 pacientes de las unidades de HaD estudiadas

	Media global n = 109	HaD HUAV Lleida n = 29	HaD H. Xativa n = 15	HaD H. U. Móstoles n = 41	HADO H. Dos de Maig n = 24	p
Pacientes	109	29 (27%)	15 (14%)	45 (38%)	24 (22%)	ns
Edad media (años)	$67,8 \pm 17,2$	$61,7 \pm 16,3$	$76,7 \pm 12,1$	$64,2 \pm 20,5$	$75,9 \pm 7,8$	0,001
Rango edad media	(19-97)	(24-82)	(49-95)	(19-97)	(59-92)	
Mayores de 60 años	83 (76%)	18 (62%)	14 (93%)	28 (68%)	23 (96%)	ns
Hombres	68 (62%)	18 (62%)	9 (60%)	28 (68%)	13 (54%)	ns
Mujeres	41 (38%)	11 (38%)	6 (40%)	13 (32%)	11 (46%)	ns
EM hospital (días)	$8,9 \pm 17,7$	$9,3 \pm 22,1$	$3,2 \pm 3,7$	$8,9 \pm 19,3$	$12,1 \pm 13,3$ (0-60)	ns
Rango EM hospital	(0-119)	(0-119)	(1-10)	(0-100)		
EM HaD (días)	$13,4 \pm 11$	$13,4 \pm 16$	$6,1 \pm 7,2$	$15,1 \pm 8,5$	$15,2 \pm 7,4$	ns
Rango EM HaD	(1-73)	(1-73)	(1-24)	(1-42)	(1-30)	0,017
Médicos	79 (72%)	15 (52%)	13 (87%)	39 (95%)	12 (50%)	0,000
Quirúrgicos	30 (28%)	14 (48%)	2 (13%)	2 (5%)	12 (50%)	0,000
Patología asociada	83 (76%)	23 (79%)	8 (53%)	29 (71%)	23 (96%)	0,017
Apoyo nutricional	26 (24%)	8 (28%)	6 (40%)	2 (5%)	3 (42%)	0,002
Viven solos	6 (5%)	1 (3%)	1 (7%)	2 (5%)	2 (8%)	ns

**Tabla II.** Resultados de las variables nutricionales calculadas con la app HEN-Persan para los pacientes de las cuatro unidades estudiadas

	Global n = 109	HaD HUAV Lleida n = 29	HaD H. Xativa n = 15	HaD H. U. Móstoles n = 41	HADO H. Dos de Maig n = 24	p
IMC	$26,2 \pm 5,5$	$28,4 \pm 6,8$	$24,3 \pm 4,2$	$26,3 \pm 5,1$	$24,8 \pm 4,5$	ns
Estado nutricional normal según IMC	40 (37%)	6 (21%)	8 (53%)	16 (39%)	10 (42%)	ns
Riesgo nutricional	27 (25%)	9 (31%)	4 (27%)	10 (24%)	4 (17%)	ns
Desnutrición (D)	97 (89%)	25 (86%)	13 (87%)	36 (88%)	23 (96%)	ns
D tipo mixta	60 (55%)	15 (52%)	10 (67%)	21 (51%)	14 (58%)	ns
D tipo calórica	12 (11%)	0 (0%)	2 (13%)	10 (24%)	0 (0%)	ns
D tipo proteica	25 (23%)	10 (35%)	1 (7%)	5 (12%)	9 (38%)	ns
D grado leve	37 (11%)	8 (28%)	7 (47%)	14 (34%)	8 (4%)	ns
D grado moderado	26 (34%)	11 (38%)	4 (27%)	5 (12%)	6 (33%)	ns
D grado grave	34 (24%)	6 (21%)	2 (13%)	17 (42%)	9 (25%)	ns

La estancia media global en HaD fue de  $13,4 \pm 11,02$  días (rango entre 0 y 73 días) y la estancia previa en el hospital, de  $8,94 \pm 17,7$  (rango entre 0 y 119), sin significación estadística (Tabla I).

El 76% de los pacientes tenía alguna patología asociada con significación estadística, ya que en una unidad representaban el 96% de los pacientes y en otra, solo el 53% (Tabla I). El 28% de los pacientes eran quirúrgicos (Tabla I), pero en dos unidades representaban casi el 50% de los pacientes ingresados con significación estadística (Tabla I).

Los servicios médicos de procedencia que derivaron más pacientes a HaD fueron Neumología (14%), Oncología (11%) y Medicina Interna (9%). En cuanto a los servicios quirúrgicos, la mayoría procedían de cirugía general (28%) (Fig. 1).

Solo cinco pacientes (5%) vivían solos, sin cuidador, a pesar de estar ingresados en HaD (tabla I), ya que la no presencia de cuidador (familiar o no) puede ser un criterio de exclusión de HaD. El 24% de los pacientes había recibido algún tipo de soporte nutricional previo.

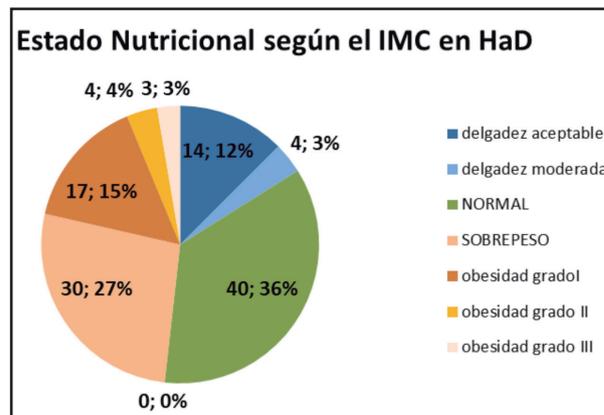
El IMC medio de todos los pacientes fue de  $26,2 \pm 5,5$ , con un rango entre 17,2 y 45, sin diferencias significativas por unidades (Tabla II).

El estado nutricional a partir del IMC observó que el 36% de los pacientes presentaba un estado nutricional normal, que un 15% de pacientes presentaba algún tipo de delgadez, sobrepeso en el 27%, y solo un 3% presentaba obesidad grado III. (Fig. 2).

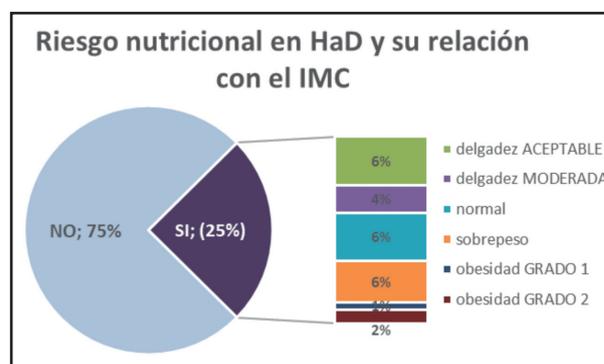
La *app* detectó que un 25% de los pacientes podía tener riesgo nutricional (Tabla II) y aconsejaba seguir la valoración nutricional tras introducir los valores relacionados con la ingesta actual y la pérdida de peso, independientemente del estado nutricional según IMC (Fig. 3).

Al realizar la valoración nutricional completa, incluyendo los datos bioquímicos (proteínas, albúmina, linfocitos y colesterol), con la misma aplicación, se observó que el 89% de los pacientes presentaba algún grado de desnutrición, que era leve solo en el 38% de los pacientes y moderada-grave en el 62% de los pacientes (Fig. 4), con diferencias en las distintas unidades que no eran significativas (Tabla II).

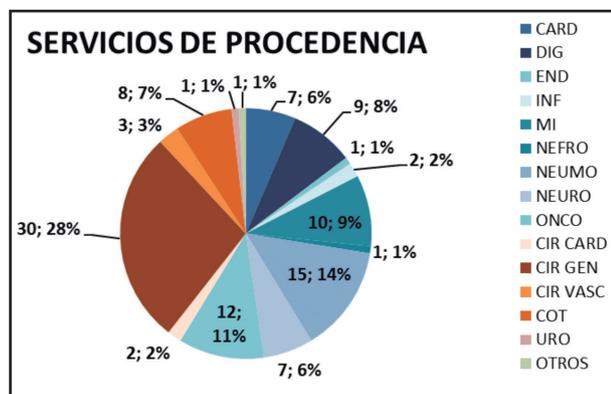
El tipo de desnutrición más común que se encontró en los pacientes ingresados en HaD de nuestro estudio fue la de tipo mixto (62%), como se observa en la figura 5, y en todas las uni-



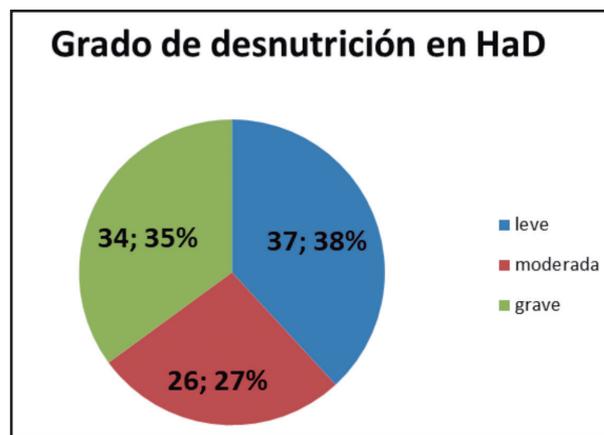
**Figura 2.** Estado nutricional inicial de los 109 pacientes ingresados en HaD.



**Figura 3.** Riesgo nutricional en HaD y su relación con el IMC.



**Figura 1.** Servicios de procedencia médicos y quirúrgicos.

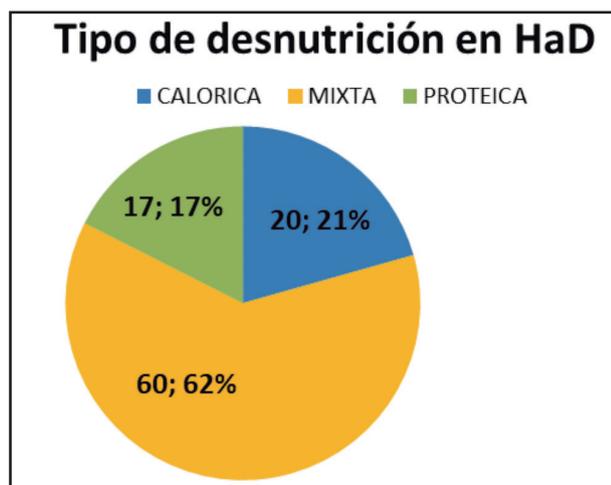


**Figura 4.** Grado de desnutrición de los pacientes en las unidades de HaD.

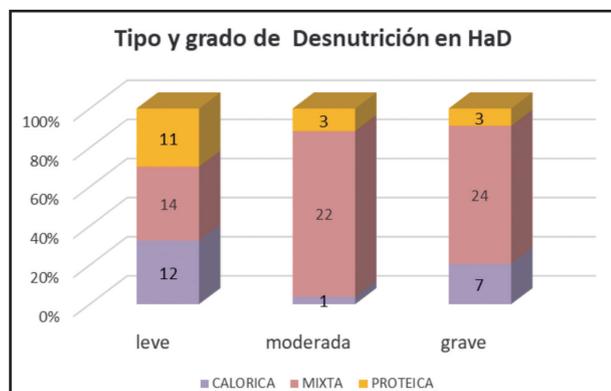
dades. La desnutrición fue calórica en el 21% de los pacientes y proteica en el 17% (Fig. 5), pero con diferencias según las unidades, aunque no fueron significativas (Tabla II).

Al revisar la asociación tipo y grado de malnutrición se observó que cuando la desnutrición es moderada o grave, predomina de manera destacada la desnutrición de tipo mixto (Fig. 6). Asimismo, cuando la malnutrición es leve, la proporción es similar para todos los tipos de malnutrición: mixta, calórica o proteica.

En resumen, no se observaron diferencias significativas nutricionales entre las cuatro unidades, a pesar de ser heterogéneas, ya que presentaban diferencias significativas en cuanto a la edad (dos de las unidades de HaD tenían un 93% de pacientes mayores de 60 años), en cuanto al apoyo nutricional (en dos unidades el 40% de los pacientes habían recibido soporte nutricional), en cuanto a la tipología de pacientes (dos unidades tenían un 87% de pacientes médicos) y en cuanto a la patología asociada (una de las unidades tenía un 96% de pacientes con patología asociada) (Tablas I y II).



**Figura 5.**  
Tipo de desnutrición global en HaD.



**Figura 6.**  
Tipo y grado de desnutrición en HaD.

## DISCUSIÓN

Los pacientes de nuestro estudio son pacientes que cumplen criterios de HaD (4,13,25), por lo que están hospitalizados en el domicilio tras una estancia hospitalaria previa, por un episodio hospitalario agudo (25) de mayor o menor gravedad, médico o quirúrgico, con patología asociada en el 76% de los casos y con un 76% de pacientes mayores de 60 años. Se trata de una población con un supuesto riesgo nutricional tanto por la edad (3,7) como por la estancia hospitalaria (8,9), en algunos casos alargada (EMH = 8,9 días; rango entre los 0 y 119 días), y por su patología, aunque en total solo hubiera un 27% de pacientes quirúrgicos, en dos de las cuatro unidades representaban el 50% de los pacientes (1,8-10).

Son pacientes que han tenido una estancia media en HaD de 13,4 días con un rango entre 0 y 73 días, lo que permite plantearse que se podrían iniciar medidas nutricionales similares a las utilizadas en el hospital para mejorar el estado nutricional y disminuir la comorbilidad de los pacientes durante su permanencia en la HaD, así como trabajar en medidas de educación sanitaria nutricional para continuarlas después del alta de HaD, como recomiendan muchos autores (6), con los cuidadores y los propios pacientes.

El objetivo de nuestro estudio era saber si existía malnutrición en los pacientes ingresados en HaD, así como el tipo y el grado de desnutrición, y si sería posible determinarlo con una misma herramienta que se pudiera usar en el domicilio por los equipos de HaD.

Se realizaron tanto el cribado como la valoración nutricional con la *app* HEN Persan (23), instalándola en los móviles y/o tabletas de los equipos de las unidades de HaD. Se objetivó que en el cribado nutricional un 36% de pacientes presentaban un estado nutricional normal, aunque existían otros perfiles nutricionales, como delgadez en el 15%, sobrepeso en el 27% y obesidad en el 2%, y que un 3% de los pacientes presentaban obesidad grado III. Solo se detectó un 25% de pacientes en riesgo nutricional, independientemente de su estado nutricional según el IMC. Al realizar la valoración nutricional completa incluyendo los parámetros bioquímicos antes mencionados (proteínas, albúmina, linfocitos y colesterol), y que usa la aplicación para calcularla, se observó que el porcentaje de desnutrición era del 89%, con predominio de la desnutrición de tipo mixto (62%), y en cuanto al grado de la desnutrición, era moderado-grave también en el 62% de los pacientes.

Esta aplicación presenta una serie de ventajas para las unidades de HaD, como es el hecho de que se trata de una herramienta de cribado nutricional que calcula el IMC, estimándolo a partir de medidas antropométricas, y puede determinar el estado nutricional de cada paciente. Al añadirle datos sobre la ingesta y los parámetros bioquímicos proteínas totales, albúmina, colesterol y linfocitos, realiza la valoración nutricional definiendo el tipo y el grado de malnutrición, lo que permite valorar la necesidad de intervención nutricional y empezar a implementarla.

Para poder afirmar que es una herramienta útil, segura y fiable en HaD para realizar el cribado y el estudio nutricional en

HaD, necesitaríamos contrastar nuestros resultados con los obtenidos en otros estudios con otras herramientas ya existentes. (1,2,6,12,13,15,16). Hasta el momento existen pocos trabajos en la bibliografía (5,11) y presentan diferencias metodológicas.

En el estudio de Mias y cols. en 2003 (11) en una serie de 57 pacientes de una sola unidad de HaD, quirúrgicos y mayores de 65 años, en el que se había usado el MNA como herramienta de valoración nutricional, los resultados fueron similares a los encontrados en este estudio, tanto en cuanto al grado de malnutrición detectado (89%) como al tipo de desnutrición y grado de la misma, ya que predominó la desnutrición de tipo mixta y el grado fue moderado-grave en el 57% de los pacientes. Sin embargo, solo el 11% de los pacientes presentaban un estudio nutricional normal.

En el trabajo multicéntrico publicado por el Grupo de Nutrición de la FEHAD en 2006 (5), se observó un estado nutricional normal en el 52,5%, algo más elevado que el de nuestra serie y el del estudio anterior, y un riesgo nutricional del 37,5%, más alto que en nuestra serie pero que confirma desnutrición manifiesta solo en el 10%, mucho más bajo que lo encontrado en los estudios antes mencionados. Estos autores usaron el VGS como herramienta de cribado nutricional y el 35% de los pacientes habían recibido soporte nutricional previo al ingreso en HaD.

Nuestros datos y los publicados por algunos de estos autores (11,14) sugieren que los pacientes que ingresan en una HaD están muy malnutridos (87-89%), incluso más de lo esperado, ya que, según la bibliografía, se estima que en los hospitales españoles la malnutrición hospitalaria puede llegar a ser del 30-50% (2), y del 60% si son pacientes ancianos y con patología quirúrgica. Estas cifras aumentan a medida que se alarga la estancia hospitalaria (8-10), pero deberían corroborarse con estudios más amplios, ya que en el segundo trabajo (5) encuentran menos malnutrición, pero los pacientes también habían recibido soporte nutricional previo. Respecto al tipo de malnutrición en las unidades de HaD, todos los trabajos están de acuerdo en que la más frecuente es la malnutrición de tipo mixta (62%) (11,14).

En cualquier caso, es evidente la necesidad de introducir medidas para mejorar el estado nutricional de los pacientes en HaD, como se sugiere en la bibliografía (11,14) o en los foros de las sociedades científicas como la SENPE (2), para disminuir la morbilidad de los pacientes y reducir las estancias en HaD. La malnutrición es un gran problema de salud tanto en los hospitales como en los centros sociosanitarios e incluso en la población sana, especialmente en pacientes mayores de 65 años, existiendo ya iniciativas para la elaboración de propuestas de intervención nutricional desde los diferentes niveles asistenciales (hospital, Atención Primaria, sociosanitarios) (2,6).

Las unidades de HaD podrían actuar de puente (4) y favorecer la continuidad asistencial en la mejora del estado nutricional de los pacientes que hayan precisado un ingreso en HaD con o sin ingreso previo hospitalario, ya que son capaces de detectar precozmente la desnutrición e iniciar medidas de apoyo nutricional aportando las dietas adecuadas (4) pautadas por los equipos de nutrición hospitalarios, formar a los cuidadores (4) y a los propios pacientes en educación nutricional y coordinar la continuidad asistencial del soporte nutricional cuando el paciente sea dado de alta de la HaD a los otros niveles asistenciales.

Consideramos que una buena propuesta sería introducir de manera protocolizada el cribado y el estudio nutricional en el momento del ingreso del paciente en una unidad de HaD, para poder detectar la necesidad de implantar un soporte nutricional adecuado. Sería necesaria una herramienta de valoración nutricional fácil de usar en el domicilio por los equipos de HaD, segura y fiable, es decir, que los datos obtenidos se correspondan con los que se puedan obtener con otras herramientas de valoración nutricional más elaboradas. Pensamos que la aplicación HEN-Per-san puede ser adecuada, pero sería conveniente ampliar el estudio y añadir un estudio comparativo entre diferentes herramientas de valoración nutricional en HaD, incluyendo en el análisis datos relacionados con la facilidad de uso, como el tiempo necesario para realizar la valoración, así como los resultados nutricionales obtenidos para confirmarlo definitivamente.

De esta manera se podrán elaborar protocolos nutricionales consensuados con los equipos de nutrición hospitalarios, las recomendaciones de las sociedades científicas (2) y los equipos de HaD y de Atención Primaria, para implantarlos en HaD durante el ingreso de los pacientes y ser continuados al alta por los otros equipos asistenciales de Atención Primaria o sociosanitarios.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos especialmente la colaboración de todos los componentes de las cuatro unidades de HaD que han participado en este estudio, sin la cual no habríamos podido realizar y presentar este trabajo.

Agradecemos expresamente la colaboración en la recogida de datos de Gema Naranjo, del Servicio de Medicina Interna del Hospital Universitario de Móstoles.

También agradecemos el interés de la junta directiva de la SEHAD, y en especial al grupo de Nutrición Artificial, por su interés en favorecer la difusión y participación de todas las unidades de HaD españolas en este trabajo para mejorar el estado nutricional de nuestros pacientes.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Ravasco P, Anderson H, Mardones F, Redmed CYTED. Métodos de valoración del estado nutricional. *Nutr Hosp* 2010;25(Supl 3):57-66.
2. SENPE. Consenso multidisciplinar de la desnutrición en España. Barcelona: Ed. Glosa S.L.; 2011. ISBN: 978-84-7429-536-8
3. Fernández MT, Fidalgo O, López C, Bardasco ML, De Sas Prada MT, Lagoa F. Prevalencia de desnutrición en pacientes no críticos. *Nutr Hosp* 2014;30(6):1375-83.
4. González VJ, Valdivieso B, Ruiz V. Hospitalización a domicilio. *Med Clin (Barc)* 2002;118(17):659-64.
5. Grupo de Nutrición de la FEHAD, Wanden-Berghe C, Sanz-Valero J, Jiménez M, Hernández M. Desnutrición en pacientes en HaD. *Nutr Hosp* 2006;21:22-5.
6. García de Lorenzo A, Álvarez J, Planas M, Burgos R. Multidisciplinary consensus on the approach to hospital malnutrition in Spain. *Nutr Hosp* 2001;26(4):701-10.
7. Arias Núñez MC. La desnutrición en el paciente hospitalizado. Principios básicos de aplicación de la nutrición artificial. Guías clínicas de la Sociedad Gallega de Medicina Interna; 2005. Consultado el 26 de noviembre de 2017. Disponible en: <http://meiga.info/guias/nutricionartificial.pdf>

8. Ortiz PJ, Méndez FJ, Varela L. Variación del estado nutricional del paciente adulto mayor durante la hospitalización en los servicios de medicina de un hospital general. *Rev Med Hered* 2007;18(1):1-9.
9. Leandro VA, Marques R, Caran AL, Graupner M, Miente R, Tanner MA, et al. Tiempo de hospitalización y estado nutricional en pacientes hospitalizados. *Nutr Hosp* 2007;22:590-5.
10. Ulibarri JL, Burgos R, Lobo G, Martínez MA, Planas M, Pérez de la Cruz A, et al. Recomendaciones sobre la evaluación del riesgo de desnutrición en pacientes hospitalizados. *Nutr Hosp* 2009;24(4):467-72.
11. Mias C, Jürschik P, Massoni T, Sadurní M, Aguilà JJ, Solá R, et al. Malnutrición en pacientes de edad en HaD. *Nutr Hosp* 2003;18(1):6-14.
12. Valero MA, Díez L, El Kadaui N, Jiménez E, Rodríguez H, León M. ¿Son las herramientas recomendadas por la ASPEN y la ESPEN equiparables en la valoración nutricional? *Nutr Hosp* 2005;20(4):259-67.
13. Ocon MJ, Altemir J, Mañas AB, Sallan E, Aguillo E, Gimeno JA. Comparación de dos herramientas de cribado nutricional para predecir la aparición de complicaciones en pacientes hospitalizados. *Nutr Hosp* 2012;27(3):701-6.
14. Jürschik P, Mias C, Nuin C, et al. Detección de malnutrición en la Unidad de Hospitalización a Domicilio mediante parámetros antropométricos y bioquímicos. *Salud y Ciencia* 2006. Consultado el 5 de enero de 2018. ISSN: 1667-8982. <http://www.siiisalud.com/dato/experto.php/77910>
15. Sánchez LA, Calvo MC, Majo Y, Barbado J, Aragón MM, Artero-Ruiz EC, et al. Cribado nutricional con Mini Nutritional Assessment (MNA) en medicina interna. Ventajas e inconvenientes. *Rev Clin Esp* 2010;210(9):429-37.
16. Calvo I, Olivar J, Martínez E, Rico A, Díaz J, Gimena M. MNA® Mini Nutritional assessment as a nutritional screening tool for hospitalized older adults, rationales and feasibility. *Nutr Hosp* 2012;27(5):1619-25.
17. Cubero J, Narciso D, Valero V, Rodríguez AB, Barriga C. Características y aplicaciones de software en dietética y nutrición para su uso en poblaciones sanas y pacientes críticos. *Enferm Global* 2007;10:1-14. ISSN: 1695-6141
18. Gutiérrez M, Gómez L, Mariscal A, García A, Gómez E, Carnero M, et al. NUTRISO: un programa informático para la evaluación nutricional comunitaria y hospitalaria de acceso libre. *Nutr Hosp* 2008;23(1):20-6.
19. García de Diego L, Cuervo M, Martínez JA. Programa informático para la realización de una valoración nutricional fenotípica y genotípica integral. *Nutr Hosp* 2013;28(5):1662-32.
20. Leonardo J, Escudero D. Herramientas web informáticas en el campo de la nutrición. Actualización. *Nutrición* 2015;16(3):97-101.
21. Artacho R, Muros J, Rodríguez AJ, Guerra E, González A, García B, et al. Evaluación de Nutrire®: una herramienta on-line para realizar estudios de evaluación del estado nutricional. *Ars Pharma* 2016;57(1):37-41.
22. GERIATRICAREA. Hen-Persan, una app para la medición del estado nutricional en los pacientes. Consultado el 30 de noviembre de 2017. Disponible en: <http://geriatricarea.com/hen-persan-una-app-para-la-medicion-del-estado-nutricional-de-los-pacientes/>
23. Aplicación HEN-Persan. Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=edu.civin.persan.evaluador&hl=es>



## Trabajo Original

Valoración nutricional

### Evaluación del consumo de bebidas, ingesta dietética de agua y adecuación a las recomendaciones de un colectivo de escolares españoles de 7 a 12 años *Assessment of beverage consumption, dietary water intake and adequacy to the recommendations of a group of Spanish schoolchildren from 7 to 12 years old*

Aránzazu Perales-García<sup>1</sup>, Rosa M.<sup>a</sup> Ortega<sup>1,2</sup>, Rafael Urrialde<sup>3</sup> y Ana M.<sup>a</sup> López-Sobaler<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. <sup>2</sup>Grupo de investigación VALORNUT. Departamento de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. <sup>3</sup>Departamento de Salud y Nutrición. Coca-Cola Iberia. Madrid

#### Resumen

**Introducción:** la ingesta dietética de agua y el consumo de bebidas juegan un papel relevante en los hábitos de hidratación y alimentación de la población infantil y escasos estudios nos ofrecen una visión global de los mismos.

**Objetivos:** evaluar la ingesta dietética de agua y el consumo de bebidas, su adecuación a las recomendaciones y su distribución a lo largo del día en un colectivo de escolares españoles.

**Material y métodos:** se estudió una muestra de 262 escolares (123 niñas) entre siete y 12 años. Se realizó un registro dietético de tres días (uno de ellos festivo) para evaluar el consumo de bebidas. Se comparó la ingesta dietética de agua obtenida con las ingestas adecuadas (IA) marcadas por la EFSA y por otros organismos y se estudió su distribución a lo largo del día. También se procedió a recoger datos personales y antropométricos. Los datos fueron procesados mediante DIAL y SPSS.

**Resultados:** las bebidas más consumidas fueron agua de bebida, leche y zumos comerciales y néctares. La ingesta dietética media de agua fue de  $1.401 \pm 432$  ml/día (42% aportada por alimentos y 58% por bebidas). Solo el 20,2% de los escolares superaron las IA. La ingesta dietética de agua fue significativamente superior en todos los momentos del día en aquellos escolares que superaron las IA establecidas.

**Conclusión:** el 79,8% de los escolares no alcanza las IA, por lo que es importante mejorar sus pautas de hidratación, jugando el agua de bebida un papel clave a la hora de alcanzar las recomendaciones.

#### Palabras clave:

Hidratación.  
Escolares. Ingesta dietética de agua.  
Bebidas.

#### Abstract

**Introduction:** the dietary water and the intake of beverages play a relevant role in the dietary and hydration patterns of children and few studies provide an overview of them.

**Objetives:** to assess the dietary intake of water, its adaptation to the recommendations and its distribution throughout the day, and the average consumption of beverages by a group of Spanish schoolchildren.

**Material and methods:** a sample of 262 schoolchildren (139 boys and 123 girls) between seven and 12 years old was studied. A three-day dietary record (one day in weekend) was kept to assess beverage consumption. Dietary water intake obtained was compared to EFSA's adequate intake (AI) and other recommendations, its distribution throughout the day was studied, and personal and anthropometric data were collected too. The data were processed using DIAL and SPSS.

**Results:** the beverages consumed in greatest quantity were water as a beverage, milk and commercial juices and nectars. The average dietary water intake was  $1,401 \pm 432$  ml/day (42% from food and 58% from beverages). Only 20.2% of schoolchildren were above the AIs. Dietary water intake was significantly higher at all intakes in the day in those schoolchildren who were above AIs.

**Conclusions:** based on our results, 79.8% of children do not cover the AIs. For this reason it is important improve their hydration patterns. In this aspect, water as a beverage plays a key role to cover the recommendations.

#### Key words:

Hydration.  
Schoolchildren.  
Dietary water intake.  
Beverages.

Recibido: 17/04/2018 • Aceptado: 20/06/2018

Perales-García A, Ortega RM, Urrialde R, López-Sobaler AM. Evaluación del consumo de bebidas, ingesta dietética de agua y adecuación a las recomendaciones de un colectivo de escolares españoles de 7 a 12 años. *Nutr Hosp* 2018;35(6):1347-1355

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1995>

#### Correspondencia:

Aránzazu Perales-García. Departamento de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. Av. Séneca, 2. 28040 Madrid  
e-mail: [aperalesgarcia@gmail.com](mailto:aperalesgarcia@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

El agua es un nutriente esencial para prácticamente todas las funciones del organismo. Su regulación se basa en un complejo sistema endocrino que equilibra la ingesta (a través de alimentos, bebidas y la producción de agua metabólica) con las pérdidas (a través de piel, sudor, pulmones, orina y heces) (1).

Una hidratación adecuada en población infantil puede relacionarse con un mejor rendimiento en tareas que requieren concentración (2), mejor rendimiento físico en ambientes calurosos (3), prevención de la formación de cálculos renales (4) y otros beneficios sanitarios (5).

Existe consenso sobre la importancia de tener una ingesta adecuada de agua en términos de mantenimiento de la salud. Pese a esto, no se han establecido unos requerimientos para agua. Esto se debe principalmente a la gran complejidad de cuantificar las numerosas variables que influyen en los mismos, tanto a nivel individual (peso, talla y situación fisiológica) como del estilo de vida, actividad física (AF) y comportamientos sedentarios y ambientales (temperatura y humedad relativa). Por lo que se establecen unos valores de ingestas adecuadas (IA).

Sin embargo, el consumo de bebidas o la ingesta dietética de agua no suelen mostrarse en estudios de ingesta de alimentos y nutrientes, pese a que el consumo de bebidas también debe ser tenido en cuenta en la evaluación de la ingesta alimentaria (6) ya que el agua actualmente es considerada como un nutriente por la European Food Safety Authority (EFSA) (7,8).

El objetivo del presente estudio es evaluar la ingesta dietética de agua, su adecuación a las recomendaciones y su distribución a lo largo del día, además del consumo medio de bebidas, de un colectivo de escolares españoles de siete a 12 años.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se ofreció la posibilidad de participar en el estudio a 1.232 niños de edades comprendidas entre siete y 12 años de cuatro provincias (Madrid, Córdoba, Segovia y Ciudad Real). De estos, 262 escolares (47% niñas y 53% niños) fueron incluidos en el estudio por contar con el consentimiento informado y con los cuestionarios correctamente cumplimentados. El trabajo de campo se realizó entre febrero y marzo de 2014, con una temperatura ambiental media de 13,5 °C y 14,5 °C, respectivamente.

Para seleccionar la muestra se contactó con varios colegios de Educación Primaria, elegidos al azar, ofreciendo la participación en el estudio. Una vez informados los padres, aquellos que decidieron participar firmaron un consentimiento informado. Adicionalmente, se pidió el asentimiento para la participación de todos los escolares estudiados. Los criterios de inclusión en el estudio fueron: pertenecer a las provincias en las que se realizaba el estudio, estar en una edad comprendida entre los siete y los 12 años y cursando entre 2º y 6º de Primaria, además de la cumplimentación y firma consentimiento informado por parte de los padres o tutores. El protocolo final del estudio fue aprobado por el Comité Ético del Hospital Clínico San Carlos, Madrid (España) (Ref. 15/522-E).

## ESTUDIO ANTROPOMÉTRICO

Todas las mediciones se realizaron por personal entrenado, en los colegios seleccionados, de acuerdo con las normas establecidas por la OMS (9). El peso y la altura se midieron mediante una balanza electrónica digital (rango 0,1-150 kg; precisión 100 g; Alpha; Seca®, Igni, Francia) y un estadiómetro digital (70-205 cm; 1 mm; Harpenden Pfister, Carlstadt, NJ, Estados Unidos). Luego se calculó el índice de masa corporal (IMC) y se comparó con los puntos de corte de IOFT (10). Se consideró de interés el utilizar estos puntos de corte, ya que se facilita de este modo la comparación de estos datos con estudios internacionales, al ser un criterio extensamente utilizado a nivel internacional.

## ESTUDIO DIETÉTICO

Para la recogida de datos, los padres o tutores cumplimentaron un registro dietético sobre el consumo de alimentos y bebidas de los niños durante tres días (siendo uno de ellos en fin de semana). Para la recogida de la información dietética, los días laborables seleccionados fueron jueves y viernes y el festivo seleccionado fue el domingo. El cuestionario recogía los alimentos y bebidas consumidos a lo largo del día, junto con la cantidad consumida y el momento del día de cada ingesta. En el caso de las comidas del mediodía realizadas en días lectivos y que no se realizaron con los progenitores, se cotejaron con la información facilitada por la empresa de *catering* encargada del comedor escolar. Una vez recogidos, los datos fueron procesados en el programa de valoración nutricional DIAL (11). El método dietético ha sido validado previamente contrastando la ingesta con diversos indicadores bioquímicos de situación nutricional (12).

Los resultados obtenidos se centraron en estimar los ml/día consumidos de diferentes tipos de bebidas, la ingesta dietética de agua (procedente del agua contenida en alimentos y bebidas, expresada en ml/día) y su distribución a lo largo del día, además del porcentaje de agua que procede de la ingesta de bebidas y la ratio ml de agua/kcal consumidas/día.

Con respecto al consumo de bebidas, se realizó una clasificación en tres grupos principales que incluyó los diferentes subgrupos de bebidas considerados en el programa DIAL de valoración nutricional. El primer grupo fue el de "agua de bebida" (que incluyó agua del grifo, agua potable preparada y cualquier tipo de agua mineral gasificada o no y/o con aromas añadidos); el segundo grupo se denominó "productos lácteos", que incluyó la leche, el yogur líquido y otras leches fermentadas y los batidos lácteos; y el último grupo aunó el resto de bebidas consumidas por este grupo de población. Dentro de este grupo de "otras bebidas" se encuentran los refrescos azucarados, los refrescos sin azúcar, las bebidas para el deporte y los zumos de frutas y verduras y zumos comerciales y néctares.

La evaluación del cumplimiento de las recomendaciones de ingesta dietética de agua se realizó en base al cumplimiento de las IA de la EFSA (7). Se seleccionó este criterio por establecerse en grupos de edad similares al estudiado y realizarse en poblaciones

europas, siendo la IA de 1.600 ml/día para niños de cuatro a ocho años de ambos sexos, 2.100 ml/día para niños de nueve a 13 años y 1.900 ml/día para niñas de nueve a 13 años. Adicionalmente, se compararon las ingestas dietéticas de agua obtenidas con las recomendaciones de la EFSA sobre el porcentaje de agua que debe provenir de alimentos (20%) y bebidas (80%) (7) y la recomendación de la German Nutrition Society (13), en la que se establece una ratio de ingesta de agua/calorías de 1 ml de agua/kcal consumidas/día.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron analizados mediante el software estadístico IBM SPSS Inc. (versión 21.0). El análisis descriptivo de los valores muestra la media  $\pm$  desviación estándar. La prueba de Kormogorov-Smirnov fue usada para testar la normalidad de las variables. La t de Student fue utilizada para el estudio de las variables normales y la U de Mann-Whitney, para aquellas no

normales. En el caso de las variables categóricas se usó la prueba de proporciones Z y Chi-cuadrado. Las diferencias estadísticas fueron consideradas para un valor de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

La descripción general de los escolares y su consumo medio de bebidas se muestran en la tabla I. Los escolares presentaron una distribución homogénea entre sexos; únicamente se observaron diferencias por sexo en la prevalencia de sobrepeso, siendo esta significativamente superior en niñas que en niños.

La tabla II muestra la ingesta dietética de agua y su adherencia a diferentes recomendaciones, así como la distribución a lo largo del día de la misma. Con respecto a la distribución a lo largo del día, la ingesta dietética de agua en la media mañana fue significativamente superior en niños que en niñas. Por otra parte, únicamente el 20,2% de los escolares estudiados cubrió sus IA.

**Tabla I.** Descripción general de la muestra y consumo medio de bebidas en función del sexo ( $x \pm DE$ )/(%).

	Población total (n = 262)	Niñas (n = 123)	Niños (n = 139)	p*
Distribución por sexos (%)		46,9	53,1	-
Edad (años)	8,9 $\pm$ 1,2	8,9 $\pm$ 1,2	8,9 $\pm$ 1,1	0,888
Peso (kg)	35,5 $\pm$ 8,5	35,1 $\pm$ 8,2	35,7 $\pm$ 8,8	0,793
Talla (cm)	137,4 $\pm$ 8,8	136,0 $\pm$ 9,5	137,8 $\pm$ 8,0	0,489
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	18,6 $\pm$ 3,2	18,6 $\pm$ 2,9	18,6 $\pm$ 3,4	0,458
<i>Situación ponderal (IOTF) (%)</i>				0,069
Bajopeso	3,8	4,9	2,9	
Normopeso	59,2	55,3	62,6	
Sobrepeso	26,3	32,5 <sup>§</sup>	20,9 <sup>¶</sup>	
Obesidad	10,7	7,3	13,7	
<i>Consumo medio de bebidas (ml/día)</i>				
Agua de bebida <sup>†</sup> (ml/día)	427,9 $\pm$ 370,1	407,1 $\pm$ 336,4	446,3 $\pm$ 397,9	0,829
<i>Productos lácteos</i>				
Leche (ml/día)	284,6 $\pm$ 140,2	271,1 $\pm$ 137,2	296,2 $\pm$ 142,2	0,154
Yogur líquido y leches fermentadas (ml/día)	72,2 $\pm$ 62,2	71,2 $\pm$ 64,9	73,2 $\pm$ 59,9	0,716
Batidos lácteos (ml/día)	23,5 $\pm$ 47,8	20,4 $\pm$ 48,4	26,3 $\pm$ 47,3	0,141
<i>Otras bebidas</i>				
Refrescos azucarados (ml/día)	35,2 $\pm$ 66,3	36,5 $\pm$ 70,7	34,0 $\pm$ 62,5	0,843
Refrescos sin azúcar (ml/día)	12,9 $\pm$ 44,6	8,1 $\pm$ 30,9	17,2 $\pm$ 53,3	0,128
Bebidas para el deporte (ml/día)	15,0 $\pm$ 49,5	16,0 $\pm$ 57,8	14,1 $\pm$ 41,0	0,953
Zumos de frutas y verduras (ml/día)	38,4 $\pm$ 67,1	36,3 $\pm$ 65,5	40,3 $\pm$ 68,5	0,744
Zumos comerciales y néctares (ml/día)	74,9 $\pm$ 98,0	66,5 $\pm$ 88,7	82,2 $\pm$ 105,2	0,184

\*Diferencias significativas en función del sexo ( $p < 0,05$ ), aplicando t de Student o Mann-Whitney, en el caso de los porcentajes por la prueba de chi-cuadrado.

<sup>†</sup>Entendida como agua de bebida que aúna los subgrupos de: agua del grifo, agua mineral natural y agua con gas. <sup>§</sup> y <sup>¶</sup> indican diferencias significativas entre sexos aplicando la prueba de proporciones Z.

**Tabla II.** Descripción del consumo dietético medio de agua, adherencia a las recomendaciones y su distribución a lo largo del día en función del sexo ( $x \pm DE$ )/(%)

	<b>Población total (n = 262)</b>	<b>Niñas (n = 123)</b>	<b>Niños (n = 139)</b>	<b>p*</b>
Agua dietética total (ml/día) <sup>†</sup>	1.401 $\pm$ 432	1.349 $\pm$ 375	1.447 $\pm$ 473	0,065
Cumple IA al 100% (%)	20,2	17,1	23,0	0,232
Ratio ml de agua/kcal consumidas/día	0,68 $\pm$ 0,20	0,67 $\pm$ 0,18	0,68 $\pm$ 0,21	0,628
<i>Agua dietética aportada por alimentos y bebidas (%)</i>				
Agua dietética aportada por los alimentos	42,0 $\pm$ 13,9	43,6 $\pm$ 14,8	41,5 $\pm$ 13,1	0,535
Agua dietética aportada por las bebidas	58,5 $\pm$ 17,6	57,1 $\pm$ 16,6	59,7 $\pm$ 18,5	0,278
<b>Distribución de agua dietética a lo largo del día</b>				
<i>Agua dietética en el desayuno</i>				
ml/día	214,4 $\pm$ 68,7	209,6 $\pm$ 63,1	218,6 $\pm$ 73,2	0,165
% del agua dietética total	16,1 $\pm$ 5,3	16,1 $\pm$ 5,1	16,0 $\pm$ 5,5	0,881
ml/kcal/día	0,69 $\pm$ 0,25	0,70 $\pm$ 0,22	0,68 $\pm$ 0,27	0,537
<i>Agua dietética en la media mañana</i>				
ml/día	120,0 $\pm$ 98,9	106,2 $\pm$ 87,8	132,2 $\pm$ 106,6	0,047
% del agua dietética total	8,1 $\pm$ 5,2	7,5 $\pm$ 4,9	8,6 $\pm$ 5,4	0,103
ml/kcal/día	0,56 $\pm$ 0,54	0,51 $\pm$ 0,48	0,60 $\pm$ 0,58	0,177
<i>Agua dietética en la comida</i>				
ml/día	509,8 $\pm$ 164,5	405,3 $\pm$ 146,2	522,5 $\pm$ 178,0	0,182
% del agua dietética total	36,9 $\pm$ 8,1	37,2 $\pm$ 7,1	36,7 $\pm$ 8,3	0,675
ml/kcal/día	0,75 $\pm$ 0,22	0,74 $\pm$ 0,19	0,76 $\pm$ 0,24	0,458
<i>Agua dietética en la merienda</i>				
ml/día	172,3 $\pm$ 11,1	176,3 $\pm$ 109,4	178,0 $\pm$ 113,0	0,889
% del agua dietética total	12,4 $\pm$ 6,2	12,9 $\pm$ 6,5	11,9 $\pm$ 6,0	0,216
ml/kcal/día	0,55 $\pm$ 0,38	0,54 $\pm$ 0,33	0,56 $\pm$ 0,42	0,848
<i>Agua dietética en la cena</i>				
ml/día	331,8 $\pm$ 153,0	314,2 $\pm$ 146,3	347,4 $\pm$ 157,5	0,086
% del agua dietética total	23,4 $\pm$ 7,1	23,1 $\pm$ 7,6	23,6 $\pm$ 6,6	0,531
ml/kcal/día	0,65 $\pm$ 0,29	0,64 $\pm$ 0,25	0,67 $\pm$ 0,32	0,427
<i>Agua dietética en otros momentos del día</i>				
ml/día	48,3 $\pm$ 145,2	47,7 $\pm$ 154,6	48,9 $\pm$ 137,0	0,822
% del agua dietética total	10,3 $\pm$ 34,7	9,6 $\pm$ 29,9	11,0 $\pm$ 38,5	0,786
ml/kcal/día	23,88 $\pm$ 54,29	25,11 $\pm$ 57,33	22,79 $\pm$ 51,64	0,767

\*Diferencias significativas en función del sexo ( $p < 0,05$ ), aplicando *t* de Student o Mann-Whitney, en el caso de los porcentajes por la prueba de chi-cuadrado. <sup>†</sup>Entendida como agua dietética aquella que procede de la ingesta de agua contenida en alimentos y bebidas.

Considerando el cumplimiento de las IA marcadas por la EFSA, en la tabla III se observa que el consumo medio de agua de bebida, refrescos sin azúcar y zumos comerciales y néctares fue superior en aquellos escolares que cubrieron las IA.

La ratio ml de agua/kcal consumidas/día así como los ml/día consumidos en cada ingesta (desayuno, media mañana, comida, merienda, cena y otros momentos del día) fueron significativamente superiores en aquellos escolares que cubrieron las IA, tal y como describe la tabla IV. Por otra parte, el porcentaje de agua dietética aportado por las bebidas fue superior, y más próximo al aconsejado, en aquellos

escolares que cubrieron las IA respecto a los escolares que no las cubrieron. Contrariamente, el porcentaje de agua aportado por los alimentos fue superior en aquellos escolares que no cubrieron sus IA.

## DISCUSIÓN

### CONSUMO MEDIO DE BEBIDAS

No se han identificado diferencias significativas en el consumo de bebidas entre niños y niñas, siendo la bebida más consumida

**Tabla III.** Datos del consumo medio de bebidas en función del cumplimiento de ingestas adecuadas de agua de la EFSA ( $x \pm DE$ )

	Por encima de las IA (n = 53)	Por debajo de las IA (n = 206)	p*
Agua de bebida (ml/día) <sup>†</sup>	923,9 ± 350,3	297,4 ± 247,6	0,000
<i>Productos lácteos</i>			
Leche (ml/día)	285,0 ± 170,3	283,9 ± 132,3	0,962
Yogur líquido y leches fermentadas (ml/día)	74,2 ± 62,8	72,1 ± 62,3	0,776
Batidos lácteos (ml/día)	36,8 ± 62,4	20,5 ± 43,1	0,066
<i>Otras bebidas</i>			
Refrescos azucarados (ml/día)	46,8 ± 77,2	32,7 ± 63,5	0,441
Refrescos sin azúcar (ml/día)	28,1 ± 65,5	9,2 ± 37,0	0,017
Bebidas para el deporte (ml/día)	5,4 ± 22,8	17,7 ± 54,4	0,092
Zumos de frutas y verduras	40,4 ± 67,3	38,5 ± 67,5	0,761
Zumos comerciales y néctares	100,1 ± 118,8	68,5 ± 91,17	0,043

\*Diferencias significativas en función del cumplimiento de las IA de agua ( $p < 0,05$ ), aplicando *t* de Student o Mann-Whitney. <sup>†</sup>Entendida como agua de bebida que aún a los subgrupos de: agua del grifo, agua mineral natural y agua con gas.

el agua, seguida de leche y zumos comerciales y néctares. Si se comparan estos resultados con estudios similares realizados en población infantil española (6) pueden encontrarse diversas similitudes. En primer lugar, la bebida consumida en mayor cantidad es el agua (tanto embotellada como del grifo). A este dato le sigue el consumo de leche, similar al del estudio ANIBES (14) en escolares españoles de nueve a 12 años y en una cantidad inferior a los datos recogidos por Fernández-Alvira y cols. (6) en escolares españoles de nueve a 12 años. Esto puede deberse a que en los datos que aquí se presentan se estableció el consumo de yogures líquidos y batidos lácteos como dos subgrupos diferentes con el objetivo de ofrecer una visión más precisa de las diferentes bebidas consumidas.

Según el análisis del consumo de bebidas en función del cumplimiento de las IA, se observa que el agua aporta una cantidad significativamente menor en aquellos escolares que se encuentran por debajo de estas recomendaciones, dando una idea de la gran importancia que tiene como factor determinante a la hora de alcanzar las IA. Además, se muestran diferencias en el consumo de refrescos sin azúcar y zumos comerciales y néctares, que se consumen en cantidad significativamente superior por los escolares que se sitúan por encima de las IA (Fig. 1).

Este hecho refuerza la idea de que la diferencia entre cubrir o encontrarse por debajo de las IA no tiene tanto que ver con el tipo de bebida sino con la cantidad consumida de la misma. A este respecto, el agua de bebida juega un papel fundamental. La necesidad de establecer políticas de salud pública en torno a la ingesta de agua de bebida como principal fuente de hidratación también ha sido destacada por otros autores como Elmadfa y cols. (15). En su estudio abogaron por una mejor implementación de estrategias de salud pública que promuevan el consumo de agua de bebida, además de una mayor investigación al respecto con el objetivo de optimizar las guías alimentarias existentes (15). Adicionalmente,

Vieux y cols. (16) destacaron que la promoción del consumo de agua de bebida en las escuelas es un objetivo de las políticas de salud pública francesas. Todas estas investigaciones se ven reforzadas con el posicionamiento de sociedades científicas como la Sociedad Europea de Gastroenterología Hepática y Nutrición (ESPGHAN) (17), la cual considera que el agua de bebida debe ser promovida como principal fuente de hidratación en niños.

## INGESTA DIETÉTICA DE AGUA

La ingesta dietética media de agua ( $1.401 \pm 432$  ml/día) se encuentra en línea con la mayoría de los estudios españoles realizados al respecto, como el estudio ANIBES ( $1.440 \pm 45$  ml/día) (13), el estudio Cuenca ( $1.483 \pm 507$  ml/día) en niños españoles de nueve a 12 años (18) y otros estudios internacionales realizados en población mexicana ( $1.254$  ml/día) de siete a once años (19), canadiense de cuatro a ocho y de nueve a 13 años ( $1.184$  ml/día) (20), brasileña de siete a diez años ( $1.810$  ml/día) (21), griega de nueve a 13 años ( $1.150 \pm 573$  ml/día) (22) y francesa de seis a once años ( $1.046$  ml/día) (23) de nivel socioeconómico similar al de la muestra estudiada.

Por otra parte, los datos se encuentran por debajo de los presentados por Padrao y cols. ( $2.286 \pm 649$  ml/día) (24) en escolares deportistas portugueses de siete a once años. Esto puede deberse a que Padrao y cols. utilizaron un registro 24 h de ingesta de alimentos y bebidas, lo que pudo hacer que existiera una sobreestimación del consumo de fluidos al tratarse de un único día, o que, al estudiar deportistas, se centra en un colectivo especialmente motivado para mantener unos hábitos de hidratación más adecuados.

Además de las diferencias metodológicas, la estimación de la ingesta dietética de agua y el consumo de bebidas presenta una

**Tabla IV.** Descripción de la ingesta dietética media de agua, adherencia a las recomendaciones y su distribución a lo largo del día en función del cumplimiento de ingestas adecuadas de agua de la EFSA ( $x \pm DE$ )

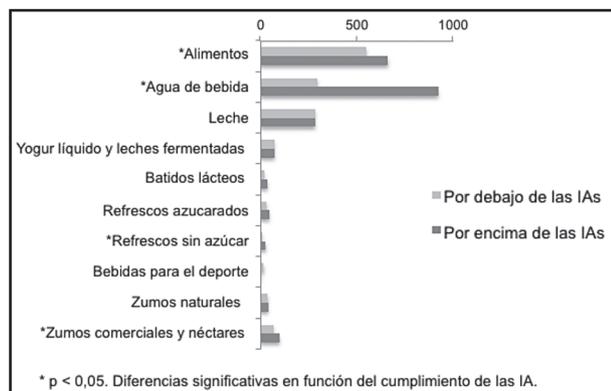
	Por encima de las IA (n = 53)	Por debajo de las IA (n = 206)	p*
Agua dietética total (ml/día)	2.041 $\pm$ 278	1.236 $\pm$ 290	0,000
Ratio ml de agua/kcal consumidas/día	0,94 $\pm$ 0,16	0,61 $\pm$ 0,14	0,000
<i>Agua dietética aportada por alimentos y bebidas (%)</i>			
Agua dietética aportada por los alimentos	37,4 $\pm$ 15,6	45,9 $\pm$ 12,9	0,000
Agua dietética aportada por las bebidas	76,0 $\pm$ 22,3	54,0 $\pm$ 12,9	0,000
<b>Distribución de agua dietética a lo largo del día</b>			
<i>Agua dietética en el desayuno</i>			
ml/día	246,1 $\pm$ 88,3	206,6 $\pm$ 60,7	0,000
% del agua dietética total	12,2 $\pm$ 4,5	17,1 $\pm$ 5,1	0,000
ml/kcal/día	0,75 $\pm$ 0,28	0,68 $\pm$ 0,24	0,067
<i>Agua dietética en la media mañana</i>			
ml/día	205,5 $\pm$ 135,3	98,5 $\pm$ 72,9	0,000
% del agua dietética total	9,9 $\pm$ 5,8	7,7 $\pm$ 4,9	0,004
ml/kcal/día	0,98 $\pm$ 0,72	0,45 $\pm$ 0,42	0,000
<i>Agua dietética en la comida</i>			
ml/día	674,2 $\pm$ 172,2	466,3 $\pm$ 133,3	0,000
% del agua dietética total	33,1 $\pm$ 7,0	37,9 $\pm$ 8,0	0,000
ml/kcal/día	0,95 $\pm$ 0,22	0,70 $\pm$ 0,19	0,000
<i>Agua dietética en la merienda</i>			
ml/día	281,5 $\pm$ 121,4	149,5 $\pm$ 90,1	0,000
% del agua dietética total	13,8 $\pm$ 5,4	12,0 $\pm$ 6,4	0,065
ml/kcal/día	0,87 $\pm$ 0,41	0,47 $\pm$ 0,33	0,000
<i>Agua dietética en la cena</i>			
ml/día	505,8 $\pm$ 157,1	286,1 $\pm$ 114,4	0,000
% del agua dietética total	25,0 $\pm$ 7,6	22,9 $\pm$ 6,8	0,061
ml/kcal/día	0,91 $\pm$ 0,33	0,59 $\pm$ 0,25	0,000
<i>Agua dietética en otros momentos del día</i>			
ml/día	125,2 $\pm$ 278,1	29,3 $\pm$ 72,8	0,013
% del agua dietética total	11,5 $\pm$ 36,2	10,2 $\pm$ 34,6	0,262
ml/kcal/día	26,07 $\pm$ 53,52	23,66 $\pm$ 54,92	0,432

\*Diferencias significativas en función del cumplimiento de las ingestas adecuadas (IA) de agua ( $p < 0,05$ ), aplicando t de Student o Mann-Whitney.

gran dificultad debido a su complejidad y está sujeta a error. Este error puede proceder de la incorrecta recogida de la cantidad de agua ingerida por una mala cuantificación de la cantidad consumida y/o por la falta de anotación de determinados momentos de ingesta. Por otra parte, no hay que olvidar que en muchas ocasiones es difícil cuantificar el agua usada como ingrediente en las preparaciones culinarias, lo que también afectaría a la determinación de la ingesta dietética de agua.

## ADECUACIÓN A LAS RECOMENDACIONES

En el colectivo estudiado puede observarse que el 20,2% de los escolares superaron las recomendaciones marcadas por la EFSA. Estos porcentajes son inferiores a los descritos por Kavouras y cols. (48% superaron las IA) en escolares griegos de nueve a 13 años (22) y Florent Vieux y cols. (84% superaron las IA) en escolares ingleses de cuatro a 13 años (25). La diferencia en los resultados puede deberse, como se ha comentado anteriormente,



**Figura 1.** Ingesta dietética de agua en función del cumplimiento de las ingestas adecuadas (ml/día).

a la diferente metodología para la recogida de datos sobre la ingesta dietética de agua.

Algunos autores han dado un paso más allá y han evaluado los efectos negativos relacionados con realizar una ingesta de agua por debajo de las IA, tanto en adultos como en niños, entre los que se encuentran: nutrición deficiente (26,27), disminución de la AF (28), peor rendimiento mental (29) y enfermedades como taquicardia (30), urolitiasis (31), estreñimiento funcional (32), obesidad (33) y otros factores de riesgo cardiometabólico (18), por lo que esta situación debe ser estudiada.

Adicionalmente, la EFSA (7) ofrece otra recomendación sobre los porcentajes de agua que deberían aportar los alimentos y bebidas. Los escolares estudiados mostraron unos porcentajes mucho más desequilibrados con respecto a las recomendaciones, siendo el 42% aportada por alimentos y el 58% por bebidas en el total de la muestra, lo que lleva a pensar que el consumo de bebidas en esta población ha sido bajo. El porcentaje de agua aportado por las bebidas fue ligeramente superior al obtenido por Guelinckx y cols. (34) (entre el 28 y el 39%, dependiendo de la edad y el sexo), que evaluaron la contribución de los alimentos y bebidas a la dieta de una población infantil, entre cuatro y 18 años, francesa e inglesa.

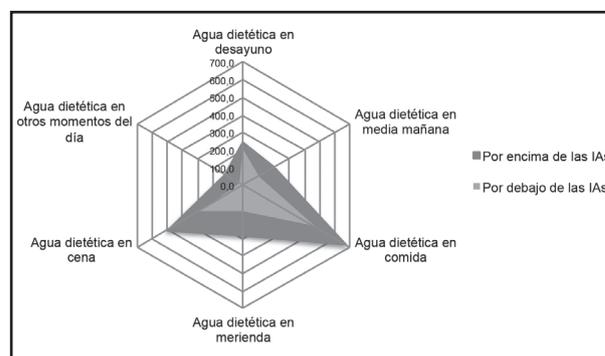
Estas diferencias pueden deberse a diversos factores. En primer lugar, la climatología juega un papel determinante en la ingesta de líquidos. En España, las bebidas aportan un porcentaje mayor ya que las temperaturas más elevadas propician un mayor consumo de las mismas. Por otra parte, el nivel de AF puede determinar el consumo de bebidas. En el caso de la investigación realizada por Guelinckx y cols. (34), los niveles de AF eran bajos, al igual que los presentados en este estudio, por lo que, *a priori*, no debería ser el principal causante de esta diferencia. Además de estos factores, hay que tener en cuenta la metodología de la recogida de datos. En el caso de los escolares franceses fue a través un registro de siete días; para los ingleses, un registro de cuatro días; y los resultados que aquí se muestran se obtuvieron a través de un registro de tres días, lo que puede plantear variaciones en los resultados obtenidos.

Otra de las recomendaciones existentes es la ofrecida por la German Nutrition Society (2008) (13), que ha establecido una ingesta dietética de agua mayor a 1 ml de agua/kcal consumidas/día para garantizar una hidratación adecuada. Los escolares estudiados estaban muy por debajo de esta recomendación. Estos resultados se encuentran en consonancia con los del estudio ANIBES (14), en el que solo el 25% de los niños y el 28% de las niñas de nueve a 12 años superaba esta recomendación de 1 ml de agua/kcal consumidas/día. No obstante, no debemos olvidar que pueden existir dificultades metodológicas para recoger la ingesta dietética de agua. Aunque estas dificultades en ningún caso podrían explicar la diferencia obtenida en función del cumplimiento de las IA.

### DISTRIBUCIÓN DE LA INGESTA DIETÉTICA DE AGUA A LO LARGO DEL DÍA

Los resultados no mostraron diferencias significativas por sexo, excepto en la media mañana. Esto lleva a pensar que la elección de alimentos y bebidas fue similar en cuanto al contenido de agua en ambos sexos. Es importante destacar que el consumo principal de agua se produjo junto con las tres comidas principales, representando el consumo entre horas, denominada “otros momentos del día”, la media mañana y la merienda porcentajes muy similares (Fig. 2). Por tanto, no ha existido un momento único que determine una ingesta adecuada de agua dietética, sino que aquellos escolares que alcanzaron las IA ingirieron significativamente más agua dietética en todos los momentos del día. Otros estudios realizados en población infantil (23,35) también han descrito que las principales ingestas dietéticas de agua se realizan en torno a las tres comidas principales. Esto puede deberse al papel de las bebidas para contrarrestar ciertas sensaciones adversas que pueden producirse en estos momentos como el calor, la sequedad o el picante y al fácil acceso a la ingesta de bebidas en las comidas principales del día, frente a otros momentos.

Un aspecto interesante es que en el grupo de escolares que cumplían las IA, la ingesta de agua dietética en la merienda



**Figura 2.** Ingesta dietética de agua en función del cumplimiento de las ingestas adecuadas (ml/día).

(281,53 ± 121,47 ml/día) y el desayuno (246,1 ± 88,3 ml/día) fue significativamente mayor que en aquellos escolares que se encontraban por debajo de las IA (desayuno: 206,6 ± 60,7 ml/día; merienda: 149,5 ± 90,14 ml/día). Este dato hace reflexionar sobre la importancia que puede tener la merienda a la hora de alcanzar las IA.

Julián y cols. (36) describieron en su estudio de niños españoles de siete a 12 años las principales características de la merienda, que nos pueden ayudar a entender su importancia en la mejora del estado de hidratación. En primer lugar, el 78,3% de los niños merendaba; dentro de este grupo, el alimento más consumido fue el “bocadillo”, seguido de las “frutas”, “leche y batidos lácteos” y “zumos”. En segundo lugar, las combinaciones más frecuentes de alimentos fueron “leche y galletas” y “fruta, galletas y zumo”. Esto nos da una idea de las diferentes bebidas y alimentos ricos en agua que consumían los escolares en esta comida del día, por tanto, el realizar pequeñas modificaciones en cuanto a la cantidad de bebida ingerida (sin afectar significativamente a la ingesta de calorías) podría ayudar a este colectivo a mejorar su estado de hidratación.

Otro de los aspectos mayoritariamente estudiados es el papel del agua dietética del desayuno, que ofrece diferentes resultados debido probablemente a los diferentes hábitos de alimentación existentes entre países (26,37). Según Gouda y cols. (38), en su estudio de escolares egipcios de nueve a once años, aquellos escolares que consumieron un mayor número de alimentos y bebidas diferentes en el desayuno tuvieron una mayor ingesta dietética de agua. Estos resultados también podrían ser utilizados en estrategias para realizar pequeñas modificaciones en los hábitos de desayuno de los niños con el objetivo de mejorar sus hábitos de hidratación.

## CONCLUSIONES

Únicamente el 20,2% de la población estudiada se situó por encima de las ingestas adecuadas de agua establecidas. Dentro de este grupo, el agua de bebida ha jugado un papel crucial en alcanzar las IA establecidas para este colectivo, lo que pone de relieve la importancia de desarrollar políticas de salud pública en las que el agua se muestre como la primera bebida de elección en la etapa infantil. Por otra parte, debemos tener en cuenta que los escolares se encuentran en particular riesgo de no cubrir sus ingestas adecuadas porque, debido a su corta edad, en la mayoría de los casos son un grupo dependiente de los adultos para el suministro de bebidas (39). Además, otros aspectos relacionados con el colegio, como el impedimento de beber en las clases o el uso limitado de fuentes de agua/baños, puede limitar la ingesta (40). En último lugar, los resultados muestran la importancia de mantener unos hábitos de hidratación adecuados a lo largo del día, ya que, pese a existir una IA de agua de forma total, a lo largo del día pueden existir momentos en los que no se mantiene el equilibrio del balance hídrico debido a que las diferentes características del individuo pueden estar modificando este balance.

## BIBLIOGRAFÍA

- Mataix J. Fisiología de la hidratación y nutrición hídrica. 1a ed. Madrid: Coca-Cola España; 2008.
- Khan NA, Raine LB, Drollette ES, Scudder MR, Cohen NJ, Kramer AF, et al. The relationship between total water intake and cognitive control among prepubertal children. *Ann Nutr Metab* 2015;66(Suppl 3):38-41.
- Wilk B, Timmons BW, Bar-Or O. Voluntary fluid intake, hydration status, and aerobic performance of adolescent athletes in the heat. *Appl Physiol Nutr Metab* 2010;35(6):834-41.
- Prezioso D, Strazzullo P, Lotti T, Bianchi G, Borghi L, Caione P, et al. Dietary treatment of urinary risk factors for renal stone formation. A review of CLU Working Group. *Soc Ital di Ecogr Urol e Nefrol* 2015;87(2):105-20.
- Aranceta-Bartrina J, Gil A, Marcos A, Pérez-Rodrigo C, Serra-Majem L, Varela-Moreiras G, et al. Conclusions of the II International and IV Spanish Hydration Congress. Toledo, Spain, 2nd-4th December, 2015. *Nutr Hosp* 2016;33(Suppl 3):308.
- Fernández-Alvira JM, Iglesia I, Ferreira-Pego C, Babio N, Salas-Salvado J, Moreno LA. Fluid intake in Spanish children and adolescents: a cross-sectional study. *Nutr Hosp* 2014;29(5):1163-70.
- Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies. European Food Safety Authority (EFSA). Scientific opinion on dietary reference values for water. *EFSA J* 2010;8(3):1448-59.
- European Food Safety Authority (EFSA). Dietary reference values for nutrients summary report. *EFSA Support Publ* 2017;14(12).
- World Health Organization (WHO). Status WHOEC on P. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva: WHO; 1995.
- Cole TJ, Lobstein T. Extended international (IOTF) body mass index cut-offs for thinness, overweight and obesity. *Pediatr Obes* 2012;7(4):284-94.
- Ortega RM, Andrés P, Requejo AM, Aparicio A, Molinero L, López-Sobaler AM. Programa DIAL para valoración nutricional de dietas y cálculos de alimentación. Madrid: Departamento de Nutrición (UCM) y Alce Ingeniería, S.A.; 2014.
- Ortega RM, Povea F. Estudio dietético. En: Nutriguía. Manual de nutrición clínica. Ortega RM, Requejo AM, eds. Madrid: Editorial Médica Panamericana, S.A.; 2015. pp. 137-52.
- German Nutrition Society. Guideline values of the German Society for Nutrition - Mean values for people in normal living conditions. 2008.
- Nissensohn M, Sánchez-Villegas A, Serra-Majem L. Beverage consumption habits amongst the Spanish population: association with total water and energy intake. Findings of the ANIBES study. *Nutr Hosp* 2015;32(Suppl 2):10325.
- Elmadfa I, Meyer AL. Patterns of drinking and eating across the European Union: implications for hydration status. *Nutr Rev* 2015;73(Suppl 2):141-7.
- Vieux F, Maillot M, Constant F, Drewnowski A. Water and beverage consumption among children aged 4-13 years in France: analyses of INCA 2 (Etude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires 2006-2007) data. *Public Health Nutr* 2016;19(13):2305-14.
- ESPGHAN Committee on Nutrition, Agostoni C, Braegger C, Decsi T, Kolacek S, Koletzko B, et al. Role of dietary factors and food habits in the development of childhood obesity: a commentary by the ESPGHAN Committee on Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2011;52(6):662-9.
- Milla Tobarra M, Martínez-Vizcaíno V, Lahoz García N, García-Prieto JC, Arias-Palencia NM, García-Hermoso A. The relationship between beverage intake and weight status in children: the Cuenca study. *Nutr Hosp* 2014;30(4):818-24.
- Drewnowski A, Rehm CD, Constant F. Water and beverage consumption among children age 4-13 y in the United States: analyses of 2005-2010 NHANES data. *Nutr J* 2013;12(1):85.
- Garriguet D. Beverage consumption of children and teens. *Health Rep* 2008;19(4):17-22.
- Ferberbaum R, De Abreu LC, Leone C. Fluid intake patterns: an epidemiological study among children and adolescents in Brazil. *BMC Public Health* 2012;12(1):1005.
- Kavouras SA, Bougatsas D, Johnson EC, Arnaoutis G, Tsiouridis S, Panagiotakos DB. Water intake and urinary hydration biomarkers in children. *Eur J Clin Nutr* 2016;71(4):530-5.
- Bellisile F, Thornton SN, Habel P, Denizeau M, Tahiri M. A study of fluid intake from beverages in a sample of healthy French children, adolescents and adults. *Eur J Clin Nutr* 2010;64(4):350-5.
- Padrao P, Neto M, Pinto M, Oliveira AC, Moreira A, Moreira P. Urinary hydration biomarkers and dietary intake in children. *Nutr Hosp* 2016;33(Suppl 3):314.
- Vieux F, Maillot M, Constant F, Drewnowski A. Water and beverage consumption patterns among 4 to 13-year-old children in the United Kingdom. *BMC Public Health* 2017;17(1):479.

26. Kant AK, Graubard BI. Contributors of water intake in US children and adolescents: associations with dietary and meal characteristics National Health and Nutrition Examination Survey 2005-2006. *Am J Clin Nutr* 2010;92(4): 887-96.
27. Stahl A, Kroke A, Bolzenius K, Manz F. Relation between hydration status in children and their dietary profile - Results from the DONALD study. *Eur J Clin Nutr* 2007;61(12):1386-92.
28. Park S, Blanck HM, Sherry B, Brener N, O'Toole T. Factors associated with low water intake among US high school students - National Youth Physical Activity and Nutrition Study, 2010. *J Acad Nutr Diet* 2012;112(9): 1421-7.
29. López-Sobaler A, Delgado M, Aparicio A, Rodríguez-Rodríguez E, Cuadrado-Soto E, Ortega R. Relationship between hydration status and psychological tests in Spanish schoolchildren aged 7-11 years. *Nutr Hosp* 2015;32(Suppl 3):10311.
30. Gajengi AKR, Wagaskar VG, Tanwar HV, Mhaske S, Patwardhan SK. Metabolic evaluation in paediatric urolithiasis: a 4-year open prospective study. *J Clin Diagn Res* 2016;10(2):PC04-6.
31. Park M, Bang YG, Cho KY. Risk factors for functional constipation in young children attending daycare centers. *J Korean Med Sci* 2016;31(8):1262-5.
32. Maffeis C, Tommasi M, Tomasselli F, Spinelli J, Fornari E, Scattolo N, et al. Fluid intake and hydration status in obese vs normal weight children. *Eur J Clin Nutr* 2016;70(5):560-5.
33. Milla-Tobarra M, García-Hermoso A, Lahoz-García N, Notario-Pacheco B, Lucas-de-la-Cruz L, Pozuelo-Carrascosa DP, et al. The association between water intake, body composition and cardiometabolic factors among children - The Cuenca Study. *Nutr Hosp* 2016;33(Suppl 3):312.
34. Guelinckx I, Tavoularis G, König J, Morin C, Gharbi H, Gandy J. Contribution of water from food and fluids to total water intake: analysis of a French and UK population surveys. *Nutrients* 2016;8(10).
35. Engell D. Interdependency of food and water intake in humans. *Appetite* 1988;10(2):133-41.
36. Julián C, Santaliestra-Pasías AM, Miguel-Berges ML, Moreno LA. Frequency and quality of mid-afternoon snack among Spanish children. *Nutr Hosp* 2017;34(4):827-33.
37. Bonnet F, Lepicard EM, Cathrin L, Letellier C, Constant F, Hawili N, et al. French children start their school day with a hydration deficit. *Ann Nutr Metab* 2012;60(4):257-63.
38. Gouda Z, Zarea M, El-Hennawy U, Viltard M, Lepicard E, Hawili N, et al. Hydration deficit in 9- to 11-year-old Egyptian children. *Glob Pediatr Health* 2015;2:2333794X15611786.
39. Popkin BM, D'Anci KE, Rosenberg IH. Water, hydration, and health. *Nutr Rev* 2010;68(8):439-58.
40. Molloy CJ, Gandy J, Cunningham C, Slattery G. An exploration of factors that influence the regular consumption of water by Irish primary school children. *J Hum Nutr Diet* 2008;21(5):512-5.



## Trabajo Original

Epidemiología y dietética

### ¿Hay riesgo de efectos adversos por el consumo de nutrimentos a partir de productos alimenticios adicionados en México?

*Is there a risk of adverse health effects from the consumption of fortified foods in Mexico?*

Josefina Consuelo Morales Guerrero<sup>1</sup>, María Elena Camacho Parra<sup>1</sup>, Concepción García Morales<sup>2</sup>, Priscila Juárez Ramos<sup>2</sup> y Jesús J. Flores Sánchez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos y <sup>2</sup>Dirección de Nutrición. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Ciudad de México, México

### Resumen

**Introducción:** en México no existen datos de sobredosis o reacciones adversas causadas por algún nutrimento o dato alguno que indique riesgo a la población de acuerdo al esquema de adición de nutrimentos de la legislación mexicana vigente. Este trabajo se clasifica como descriptivo y observacional.

**Objetivo:** valorar el riesgo por consumo de productos alimenticios adicionados (PAA) en México.

**Métodos:** se realizó en tres fases: a) selección de PAA y obtención de la información nutrimental de las etiquetas; b) elaboración de seis dietas de acuerdo al estrato socioeconómico, tanto en el ámbito rural como en el urbano con base a las encuestas ENIGH y ENSANUT; y c) comparación de estas dietas con dietas que incluyen PAA, calculadas para un adulto equivalente (2,828 kcal).

**Resultados:** los PAA representan el 10% del total de productos presentes en el mercado. Los más frecuentes son: leche, harinas de maíz y trigo y sus derivados. Las seis dietas con PAA presentaron deficiencias en calcio, ácido ascórbico, vitamina D y E. Sin embargo, las vitaminas del complejo B superaron la recomendación. En general, ningún nutrimento adicionado se encontró por arriba del nivel de ingestión tolerable superior (UL).

**Conclusiones:** se demostró que las concentraciones de los nutrimentos en los PAA no alcanzan los UL y no representan un riesgo para la población mexicana, sin embargo, mejoran su aporte nutrimental.

#### Palabras clave:

Nutrimentos.  
Alimentos  
adicionados.  
Hipervitaminosis.  
México.

### Abstract

**Introduction:** according to the nutriment addition scheme from the current Mexican legislation, there is no data about overdose or adverse effects caused by a nutriment, or any information showing the risk for the population in Mexico. This work is classified as descriptive and observational.

**Aim:** to assess the risk of consuming fortified food products (FFP) in Mexico.

**Methods:** the study was done in three phases: a) selection of the FFP and acquisition of the information from the nutritional facts label; b) elaboration of six diets according to the socioeconomic status, both in rural and urban areas, based on the ENIGH and ENSANUT surveys; and c) comparison of these diets with regimes containing FFP, calculated for an adult-equivalent (2,828 kcal).

**Results:** the FFP represent 10% of all the products in the market, being milk, corn and wheat flour, and their byproducts the most abundant. The six diets containing FFP were deficient in calcium, ascorbic acid and vitamins D and E. However, vitamins from the B complex were over the recommendation values. In general, any added nutriment was over the tolerable upper intake levels (UL).

**Conclusions:** we demonstrated that the nutriment concentrations in the FFP do not reach the UL values and are not a risk for the Mexican population; however, they improve the nutritional contribution of the FFP.

#### Key words:

Nutrients. Added food.  
Hypervitaminosis.  
Mexico.

Recibido: 08/02/2018 • Aceptado: 12/07/2018

Morales Guerrero JC, Camacho Parra ME, García Morales C, Juárez Ramos P, Flores Sánchez JJ. ¿Hay riesgo de efectos adversos por el consumo de nutrimentos a partir de productos alimenticios adicionados en México? Nutr Hosp 2018;35(6):1356-1365

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1832>

#### Correspondencia:

Josefina C. Morales Guerrero. Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Vasco de Quiroga, 15. Col. Belisario Domínguez Sección XVI. Tlalpan. 14080 Ciudad de México, México  
e-mail: josefina.moralesg@incmnsz.mx

## INTRODUCCIÓN

En México existe la preocupación sobre la adición de nutrientes a los productos alimenticios debido a la posibilidad de encontrar casos con síntomas de sobredosis o reacciones adversas (1,2). Debido a que la NOM-086-SSA1-1994 (Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales) permite adicionar hasta el 100% de ingestión diaria recomendada (IDR) de algunos nutrientes, se podría esperar que hubiera alertas de sospecha por sobredosis. Estas alertas son detectadas por el Centro Nacional de Farmacovigilancia, que forma parte de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS). Sin embargo, desde 1994, año en que la Norma entró en vigencia, no se tienen registros al respecto bajo el esquema de adición de nutrientes vigente (en un intervalo de adición del 5-100% del valor nutricional recomendado [VNR]) (3).

En México, es posible afirmar que hay seguridad en la adición de nutrientes debido a que no hay casos de hipervitaminosis u otras sobredosis por ingestión de alimentos adicionados o restituidos bajo la legislación de la norma vigente (NOM-086-SSA1-1994) que estén documentados (3). Al referirse a la adición de nutrientes es importante recordar que adicionar el 100% de la recomendación de la IDR o sugerida (IDS) no representa un nivel de seguridad si no es lo mínimo requerido para evitar una deficiencia subclínica. De aquí que no es correcto fijar un nivel de seguridad en la adición de productos basado en un mínimo del requerimiento (4). Al establecer en una norma los riesgos a la salud en materia de adición de nutrientes, esta tiene que referirse a estudios que así lo demuestren. Para tal efecto existen límites de uso conocidos y documentados para cada nutriente (Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes. National Academy Press, Washington, D.C, 2000 [6]). El riesgo puede presentarse cuando la ingestión de estos rebasa los límites superiores establecidos.

La información sobre los límites superiores de riesgo en exceso es muy superior a las IDR de la NOM-051 SCFI/SSA1-2010 y la NOM-086-SSA1-1994 (3,5). En su lugar, deben usarse los niveles de ingestión tolerable superior o *tolerable upper intake levels* (UL), que se definen como la cantidad más alta de un nutriente que, ingerida en forma habitual, tiene una probabilidad baja de producir efectos adversos. Este valor de referencia tiene un sentido precautorio. Su importancia podría resultar en excesos significativos por dos tendencias: a) la moda comercial de adicionar nutrientes a los alimentos industrializados; y b) el consumo frecuente de "suplementos alimenticios" por la población (4,6).

Se reconoce que la población mexicana tiene necesidades nutrimentales específicas y definidas por su cultura, las cadenas de suministro de alimentos y la "transición nutricional". Dichas deficiencias son elevadas en hierro y zinc, y de moderadas a bajas de vitamina B12 y ácido fólico (7,8). Sin embargo, no se encuentra aislado ni es significativamente diferente de los demás países latinoamericanos o de otras regiones en cuestión de necesidades de nutrientes (2,21). Con sus variaciones razonables en la IDS, IDR o ingestión adecuada, determinados por cada país, caen dentro de un intervalo reconocido y concordante con los esfuerzos de

cada gobierno para definirlos. Dentro del marco del conocimiento actual y de la legislación internacional, México actualmente se encuentra relativamente armonizado con los demás países en materia de la concentración permitida de adición de nutrientes así como del tipo de alimentos que se adicionan. El consenso internacional indica un amplio criterio al respecto de la adición donde las concentraciones de adición van del 5% hasta el 100% de los valores diarios recomendados (2,3).

En México, para los casos donde las necesidades de nutrición de la población, de un grupo o de un individuo sobrepasen o caigan en la excepcionalidad, existen normas que contemplan tales situaciones como son: la NOM-169-SSA1-1998, Asistencia Alimentaria a Grupos de Riesgo (9); la NOM-131-SSA1-2012, Alimentos para Lactantes y Niños de Corta Edad (10); la NOM-015-SSA2-2010, Control de Diabetes Mellitus (11); la NOM-030-SSA1-2009, Prevención, Tratamiento y Control de la Hipertensión (12); y la NOM-174-SSA1-1998, Manejo Integral de la Obesidad (13).

La norma vigente debe sentar las bases para ampliar la información, orientar, así como regular cómo la industria puede ofrecer alimentos procesados de libre venta para la población con un valor añadido y al mismo tiempo seguros para su consumo; es decir, que representen productos con un aporte nutrimental significativo para el consumidor y que no supongan un riesgo por su consumo en exceso, todo lo anterior sobre la base de resultados obtenidos de estudios e investigaciones como la que aquí se presenta, y no solo de percepciones (2).

El objetivo del estudio en general fue determinar el riesgo de toxicidad por el consumo de nutrientes de los productos alimenticios adicionados en dietas para la población mexicana, tanto del medio rural como del urbano de tres estratos socioeconómicos, principalmente de la Ciudad de México, y estimar cualitativamente y cuantitativamente las vitaminas y nutrientes inorgánicos presentes en las dietas, para así entender si existe o no riesgo de toxicidad por la adición de nutrientes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### FASE I. ANÁLISIS TEÓRICO DE ETIQUETADO CUALITATIVO-CUANTITATIVO

Los productos alimenticios y bebidas adicionadas con nutrientes se seleccionaron a través del sistema estratégico de investigación de mercados de consumo, Euromonitor (empresa mundial en investigación de mercado estratégica e independiente) (14). Se estudiaron todos aquellos que están posicionados en el mercado como adicionados con vitaminas y nutrientes inorgánicos. Se incluyeron también los productos que, por la regulación mexicana, son adicionados en ciertos nutrientes.

La información nutrimental de las etiquetas de los productos seleccionados por Euromonitor y el sistema de inteligencia de mercado Mintel (agencia que proporciona información sobre el comportamiento del consumidor, desarrollo e innovación de productos e investigación de mercados) se revisó con el objeto

de obtener el contenido de vitaminas y nutrimentos inorgánicos (15). La información de los productos seleccionados que no se obtuvo a través de los sistemas Euromonitor y Mintel se consiguió directamente en los puntos de venta locales de Wal-Mart, Comercial Mexicana y Chedraui de las ciudades de Guadalajara y de México. Esta información se usará para elaborar las dietas tipo o elaboradas.

## **FASE II. EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD DE CONSUMO DE ALIMENTOS ADICIONADOS CON BASE EN LAS DIETAS RURALES Y URBANAS MEXICANAS Y LA DISPONIBILIDAD DE ALIMENTOS ADICIONADOS**

La metodología fue la siguiente:

- Tipificación de dietas rural y urbana por estrato socioeconómico, bajo, medio y alto, lo anterior tomando la información de las Encuestas Nacionales de Ingreso-Gasto en los Hogares (ENIGH, 2008), la Encuesta Nacional de Alimentación en el Medio Rural (ENAL, 1996) y la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT, 2006) (16-18).
- Determinación del sesgo compra-consumo (congruencia de la composición *versus* patrón de consumo, alimentos consumidos fuera de casa, congruencia de las unidades de medida).
- Análisis del patrón de consumo y su congruencia con las encuestas nacionales ENAL y ENSANUT.

Para la tipificación de las dietas se consideró la información del rubro gasto corriente monetario (que es la suma de los gastos regulares que directamente hacen los hogares en bienes y servicios de consumo). Solo se tomaron en cuenta los gastos referentes en alimentación del apartado 1, *Alimentos, bebidas y tabaco*, del cual no se consideraron los consumos fuera de casa, el gasto en servicios asociados a los alimentos, unidades de medida incongruentes, entre otra información semejante que pudiera distorsionar la valoración del patrón de compra de alimentos que estarán disponibles para el consumo de los hogares mexicanos.

Un punto importante fue que la información de los alimentos se homologó con las Tablas de Composición de Alimentos Mexicanos del INCMNSZ, 2007 (19), con el fin de poder analizar la composición y el contenido nutrimental del patrón de consumo. Por lo anterior, primero se realizó un inventario de los alimentos que serían candidatos a ser homologados; de las 247 claves de alimentos de la ENIGH del apartado 1, solo a 230 fue posible reasignarles una clave para determinar su composición. Dentro de este total, 75 se consideraron individuales (contienen un solo producto); a 66 se les reasignó clave, principalmente a frutas, verduras y derivados lácteos; y 94 incluyeron variedades del mismo, como maíz, pan de dulce (empaquetado o en piezas), algunos productos de origen animal (milanesa de res, salchicha) y varias verduras y frutas (cebolla, plátano), por mencionar algunos.

Algunas claves incluyeron alimentos con diferentes características, por ello se les reasignó tanto clave como nombre del alimento o producto alimenticio, tomando en consideración aquellos que

tuvieran el mayor consumo dentro del grupo y porque las variaciones de nutrimentos entre una variedad y otra fueron mínimas.

Las claves que se integraron por productos diversos (dos o más) corresponden a 78 de las 247 y solo a 71 se les pudo homologar con una nueva clave. Con esta información se procedió a determinar la composición química de los alimentos y productos alimenticios y conformarlos en lo que se denominó canasta alimentaria, a partir de la cual se realizó la tipificación de la dieta en dos ámbitos (rural, con población menor a 15.000 habitantes, y urbano), así como la estratificación socioeconómica (esta se basa en las tres actividades socioeconómicas importantes: educación, ocupación e ingresos, según los datos de la ENIGH y la encuesta de ENSANUT; para el caso de México la estratificación se divide en diez grupos o deciles). En este estudio se consideraron los deciles del uno al diez, de los cuales se eliminaron los deciles 1 y 10 por ser atípicos (un valor atípico es una observación numéricamente distante del resto de los datos, estadísticamente, por ello se eliminan los deciles 1 y 10); para el estrato bajo se consideraron solo los deciles 2 y 3; para el estrato medio, los deciles 4 al 7; y para el estrato alto, los deciles 8 y 9. Con este procedimiento se establecieron seis modelos de dietas diferentes, dos ámbitos (rural y urbano) y tres estratos (bajo, medio y alto), que fueron las dietas tipo o elaboradas para este estudio (17,20).

### **Cuantificación de los nutrimentos en las dietas tipo o elaboradas**

El método a detalle es el siguiente. Los alimentos individuales se ponderaron con base en el consumo estimado de la ENIGH, por día y por alimentos agrupados. Estos se ordenaron por frecuencia y se incluyeron aquellos que en el porcentaje acumulado estuvieran dentro del 80% del total de la energía recomendada. Los demás se eliminaron, por lo que quedaron 74 alimentos individuales en 45 alimentos agrupados.

Para la comparación de las dietas, primero se obtuvo la dieta recomendable en energía, la cual se consideró como referencia para ser comparada con las seis dietas calculadas (tres de cada estrato socioeconómico por dos ámbitos: rural y urbano). Esta dieta de referencia se calculó con base en el requerimiento de energía de un adulto equivalente que, de acuerdo a la encuesta de ENSANUT 2006, se refiere a una persona del sexo masculino con edad de 19-30 años, estatura de 169,4 cm de talla promedio y peso de 68,5 kg, índice de masa corporal de 24,9 y coeficiente de actividad moderada, que tiene un consumo de 2.828 kilocalorías (4). Posteriormente, para todas estas dietas se calculó el consumo diario estimado en gramos o mililitros de cada alimento incluido, de acuerdo a la ENIGH, y se determinó su aporte de nutrimentos. Para poder compararlas, el consumo energético de cada dieta se ajustó a 2.828 kilocalorías.

El consumo diario estimado de cada alimento agrupado se multiplicó por el factor de expansión (factor de expansión resulta de dividir el total de las calorías de las dietas tipo entre el total de las calorías ponderadas del adulto equivalente) y el resultado se multiplicó por la porción comestible y por la energía en kilocalo-

rías de la canasta alimentaria dando como resultado la energía calculada de cada una de las diferentes dietas.

La energía del adulto equivalente se dividió entre la energía calculada de cada una de las diferentes dietas, dando como resultado el factor de energía.

El consumo diario por el factor de expansión de cada alimento agrupado se multiplicó por el factor de energía, lo cual dio como resultado el factor por cantidad de cada alimento. Este factor se multiplicó por cada uno de los nutrientes de la canasta alimentaria. Para estandarizar los valores nutrimentales, se les realizó una ponderación de su contribución al grupo, es decir, el porcentaje de frecuencia. Esto se denominó ponderador genérico y se dividió entre 100.

La suma de cada uno de los nutrientes de cada canasta alimentaria por ámbito y estrato se comparó con las IDR del adulto equivalente.

### Ejercicio teórico sumando

En esta etapa se sustituyeron los alimentos o productos sin adición por los adicionados en cada una de las dietas tipo y se aplicó el mismo ejercicio realizado con las dietas que contenían los productos sin adicionar. En los productos adicionados, los nutrientes adicionados, así como la cantidad en que se adicionaron, se tomaron directamente de las etiquetas de los productos. Los cálculos se realizaron de acuerdo a la porción informada en la etiqueta y se llevaron a 100 g de producto para homogenizar la información. Se sumaron los totales de cada nutriente en la

dieta y se compararon en cada caso *versus* las recomendaciones de ingestión diaria de nutrientes y los valores establecidos como UL (6).

### FASE III. COMPARACIÓN DE LAS DIETAS PROPUESTAS EN LA FASE II CON UNA DIETA RECOMENDABLE EN ENERGÍA

En la tabla I se presentan los valores de IDR o IDS para el adulto equivalente utilizados en esta fase del estudio para comparar las dietas encontradas en los ámbitos rural y urbano y los estratos socioeconómicos bajo, medio y alto.

### RESULTADOS

En la tabla II se presenta el estudio de mercado realizado por Euromonitor sobre los productos adicionados y su presencia en la dieta. Se observa que los productos adicionados que se consumen en los hogares tanto en el ámbito rural como en el urbano son: la leche, con el 26%; los cereales para desayuno, con el 14,3%; el pan, con un porcentaje del 13%; y los jugos de frutas/verduras, con el 12,7%.

En cuanto a las vitaminas y nutrientes inorgánicos que prevalecen en la adición de alimentos y bebidas, se encontraron la vitamina C y la niacina (B<sub>3</sub>), el hierro y el calcio. En los productos lácteos y sus derivados prevalecen las vitaminas A y D, que son de carácter obligatorio en ciertos productos según la Norma Oficial

**Tabla I.** Valores de ingestión diaria recomendada e ingestión diaria sugerida para el adulto equivalente

Componentes	Ingestión diaria recomendada o ingestión diaria sugerida (IDS) Adulto equivalente	Nutrientos	Ingestión diaria recomendada o ingestión diaria sugerida (IDS) Adulto equivalente
Energía (kcal)	2.828	Vitamina A (µgER)	5,68 IDS
Lípidos (g)	166	Tiamina (mg)	0,8 IDS
Proteína bruta (g)	105	Riboflavina (mg)	0,84 IDS
Hidratos de carbono (g)	229	Niacina (mg)	11 IDS
Fibra bruta (g)	35	Vitamina C (mg)	60
Fibra dietaria total (g)	30	Vitamina E (mg)	11 IDS
<i>Nutrientos</i>		Ácido pantoténico (mg)	4,0 IDS
Calcio (mg)	900 IDS	Ácido fólico (µg EF)	380 IDS
Fósforo (mg)	664	Piridoxina (mg)	0,93 IDS
Hierro (mg)	17 IDS	Vitamina B12 (µg)	2,1 IDS
Potasio (mg)	3.500	Biotina (µg)	30 IDS
Magnesio (mg)	248 IDS	Vitamina D (µg)	5,6 IDS
Zinc (mg)	10 IDS		
Manganeso (mg)	2,3		
Selenio (µg)	41 IDS		

**Tabla II. Mercado de salud y bienestar en México. Categorías productos adicionados**

Productos adicionados	Presencia en la dieta (%)
Leche	26,8
Cereales para desayuno	14,3
Pan	13,0
Jugos de frutas/verduras	12,7
Pastas	6,8
Bebidas deportivas y energéticas	6,6
Galletas	6,3
Leche en polvo	3,8
Concentrados	3,2
Bebidas lácteas saborizadas	2,7
Barras de cereal	2,7
Agua embotellada	0,5
Yogur	0,3
Yogur bebible	0,3

Referencia: Euromonitor International Database, 2010.

Mexicana NOM-243-SSA1-2010 (22). En los productos derivados de la harina de maíz y trigo prevalece la adición de tiamina, riboflavina, niacina o B<sub>3</sub>, ácido fólico, hierro y zinc, ya que, de acuerdo a la NOM-247-SSA1-2008, estos nutrientes son de carácter obligatorio (23).

Los productos adicionados que sustituyeron a los no adicionados en las dietas tipo o diseñadas, en los tres estratos socioeconómicos, fueron: tortilla de maíz, leche, galleta dulce, harina de trigo, pasta, tortilla de harina, pan dulce, pan de caja, pastelito, hojuelas de maíz y yogur batido con frutas. Todos estos productos y alimentos contienen leche y harinas de maíz y trigo que están adicionadas por la regulación mexicana.

En la fase II se encontró que, en el caso de dieta rural, con ocho alimentos se alcanza el 70% de la energía (tortilla 10,8%, aceite 6,9%, frijol 6%, azúcar 4,3%, pan de dulce 3,9%, otros cereales [arroz pulido, avena, salvado de trigo y cereal precocido] 3,9%, leche 3,5% y carne de pollo 3,4%), y es la tortilla la que aporta la mayor parte de la energía. En la dieta urbana, con once alimentos se alcanza el mismo aporte energético (tortilla 24,2%, aceite 7%, leche 6,1%, carne de pollo 5,6%, bebidas azucaradas 5%, pan de dulce 4,4%, frijol 4%, huevo 3,7%, azúcar 3,5%, alimentos preparados [comprende tamal verde, de elote y pizza] 3,5% y carne de res 3,2%). La dieta urbana es más diversa e incluye pollo, huevo, carne y productos como bebidas azucaradas y alimentos preparados (comidas rápidas).

Finalmente, las canastas (por estrato socioeconómico y ámbitos rural y urbano) quedaron conformadas por 45 alimentos. Se eliminaron los alimentos como alimentos infantiles, agua mineral y leche de cabra, entre otros. Por otra parte, las bebidas no alcohólicas y algunos alimentos se "fusionaron" en categorías de

alimentos semejantes o como parte de la categoría "otros" en verduras, frutas, cereales y cortes de carne.

La composición de las dietas en cuanto a su contenido de nutrientes en los diferentes estratos socioeconómicos se presenta en las tablas III y IV. En estos se presenta también la composición de las dietas en las que se sustituyeron los alimentos o productos alimenticios por los productos adicionados. Se incluye la columna en la que aparece el porcentaje obtenido de la relación entre el contenido del nutriente del alimento adicionado y la IDR para conocer la diferencia con la dieta tipo no adicionada, así como la variación por la adición, que se refiere al contenido del nutriente adicionado en los diferentes estratos por 100.

En la tabla III, que corresponde al estrato rural, se encontraron porcentajes por debajo del valor de IDR en los productos adicionados en los siguientes nutrientes: calcio, potasio, ácido ascórbico y vitamina D en los estratos bajo y medio del ámbito rural, cuya variación es del 76% y 82% en calcio, del 72% y 74% en potasio, del 75% y 89% en ácido ascórbico y del 62% y 72% en vitamina D, respectivamente. En el estrato rural alto la situación en relación con estos nutrientes es mejor, ya que solamente se observa deficiencia de vitamina D, aunque la variación ya alcanza el 82% de la IDR versus el 62% y 72% en los estratos bajo y medio, respectivamente.

En cuanto al estrato urbano, se encontraron porcentajes por debajo del valor de IDR en los nutrientes potasio y vitamina E. La variación de IDR para el potasio es del 77% para los tres estratos y en la vitamina E la variación alcanza un 95% del IDR, muy cercano al valor de IDR para los tres estratos: bajo, medio y alto (Tabla IV).

En las figuras 1-3 se presenta el contenido de nutrientes en la dieta adicionada de las vitaminas y nutrientes inorgánicos en relación con la ingestión diaria recomendada (IDR). Además, se indican los UL para las dietas rural y urbana por estrato socioeconómico.

## DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos en la fase I se concluye que, el mercado denominado de Salud y Bienestar, crece a través de los alimentos y bebidas y el Mercado Total de Alimentos y Bebidas Mexicano se estimó en \$ 1,005.8 mil millones de pesos MN. En este mercado, los alimentos adicionados representan el 12% del total del mercado de alimentos y las bebidas adicionadas representan el 9,6% del total del mercado de bebidas no alcohólicas. De estas cifras se desprende que el porcentaje de alimentos y bebidas posicionadas como adicionados es muy bajo en ambas categorías; no obstante, se percibe un cambio en la actitud de los consumidores mexicanos hacia una tendencia de salud y bienestar por ingredientes que puedan proveer un beneficio de salud, por lo que se espera un crecimiento del 35,8% entre 2010-2016.

Las dietas tipo sin adición en el ámbito rural presentan valores menores del IDR en calcio, potasio y vitaminas C y E. En cuanto al ámbito urbano, presentó valores menores en los mismos nutrientes a excepción del calcio, que, sin ser los productos adicionados, presentó concentraciones por arriba del valor de IDR para los tres estratos.

**Tabla III.** Composición y adecuación nutrimental de la dieta tipo del ámbito rural, estrato bajo, medio y alto con y sin productos adicionados

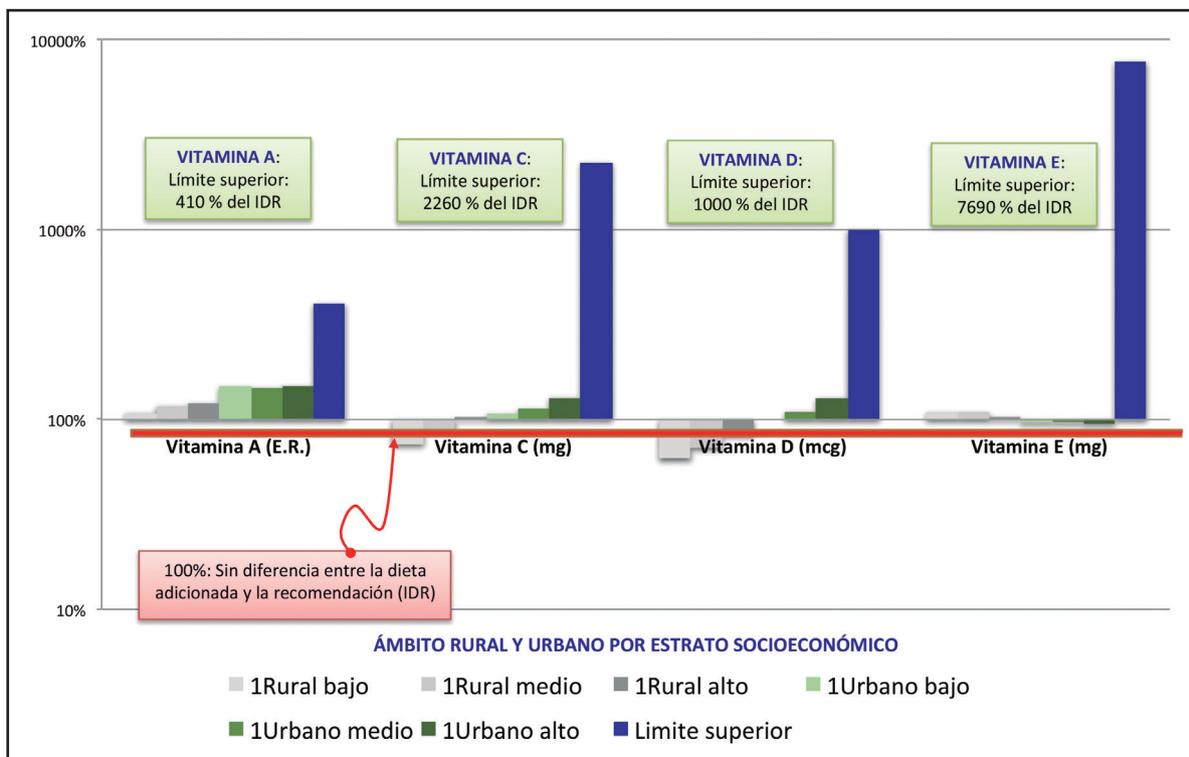
Nutrimento	IDR <sup>1</sup>	Límite superior	Dieta rural estrato bajo			Dieta rural estrato medio			Dieta rural estrato alto								
			SPA <sup>2</sup>	CPA <sup>3</sup>	Var. por adición <sup>5</sup> (%)	IDR (%)	/Límite superior (%)	SPA <sup>2</sup>	CPA <sup>3</sup>	Var. por adición <sup>5</sup> (%)	IDR (%)	/Límite superior (%)	SPA <sup>2</sup>	CPA <sup>3</sup>	Var. por adición <sup>5</sup> (%)	IDR (%)	/Límite superior (%)
Calcio (mg)	1000	2500	744,5	756,1	1,6	76	30	830,32	824,7	-0,7	82	33	935,44	949,9	1,5	95	38
Fósforo (mg)	700	4000	1512,5	1566,9	3,6	224	39	1590,48	1651,1	3,8	236	41	1643,54	1715,1	4,4	245	43
Hierro (mg)	15	45	25,2	24,5	-2,8	163	54	26,09	24,9	-4,6	166	55	26,3	25,3	-3,8	169	56
Potasio (mg)	4700	4900	3276,5	3389,4	3,4	72	69	3367,02	3487,9	3,6	74	71	3466,55	3609,2	4,1	77	74
Magnesio (mg)	340	*	505,8	523,8	3,6	154	N.a. <sup>4</sup>	537,65	557,9	3,8	164	N.a. <sup>4</sup>	546,52	569,8	4,3	168	N.a. <sup>4</sup>
Zinc (mg)	11	29	17,3	17,3	0	157	60	17,98	17,9	-0,4	163	62	18,28	18,3	0,1	166	63
Manganeso (mg)	2,3	11	4,1	4,2	2,4	183	38	4,13	4,3	4,1	187	39	4,09	4,3	5,1	187	39
Selenio (µg)	48	400	82,8	85,8	3,6	179	21	85,6	88,9	3,9	185	22	87,16	91	4,4	190	23
Actividad de retinol (E.R.)	730	3000	716,35	786,9	9,8	108	26	779,89	862,4	10,6	118	29	783,3	888,9	13,5	122	30
Tiamina (mg)	1,2	*	2,8	3,1	10,7	2,58	N.a. <sup>4</sup>	2,77	3,1	11,9	258	N.a. <sup>4</sup>	2,64	3	13,6	250	N.a. <sup>4</sup>
Riboflavina (mg)	1,1	*	1,6	1,9	18,8	173	N.a. <sup>4</sup>	1,72	2,1	22,1	191	N.a. <sup>4</sup>	1,88	2,3	22,3	209	N.a. <sup>4</sup>
Niacina (mg)	13	35	12,7	15,4	21,3	118	44	13,24	16,1	21,6	124	46	13,82	17	23	131	49
Ac. ascórbico (mg)	84	1900	55,4	62,6	13	75	3	63,64	74,5	17,1	89	4	69,74	85,8	23	102	5
α-tocoferol (mg)	13	1000	13,2	14,2	7,6	109	1	13,1	14,1	7,6	108	1	12,1	13,3	9,9	102	1
Ac. pantoténico (mg)	5	*	4,7	4,9	4,3	98	N.a. <sup>4</sup>	4,96	5,2	4,8	104	N.a. <sup>4</sup>	5,8	5,7	8	114	N.a. <sup>4</sup>
Ac. fólico (µg eq folato) B9	460	1000	644,4	901	39,8	196	90	592,5	847,1	43	184	85	561,79	840,7	49,6	183	84
Piridoxina (mg)	1,1	100	1,5	1,6	6,7	145	2	1,62	1,7	4,9	155	2	1,68	1,8	7,1	164	2
Cobalamina (µg)	2,4	*	2,7	2,9	7,4	121	N.a. <sup>4</sup>	3,2	3,3	3,1	138	N.a. <sup>4</sup>	3,7	3,8	2,7	158	N.a. <sup>4</sup>
Biotina (µg)	30	*	28,7	29,7	3,5	99	N.a. <sup>4</sup>	30,94	32,2	4,1	107	N.a. <sup>4</sup>	30,8	32,2	4,5	107	N.a. <sup>4</sup>
Calciferol (µg)	5	50	2,2	3,1	40,9	62	6	2,4	3,6	50	72	7	2,44	4,1	68	82	8

\*No representa riesgo para la salud si se consume a través de alimentos. <sup>1</sup>IDR: Ingestión diaria recomendada; <sup>2</sup>SPA: sin productos adicionados; <sup>3</sup>CPA: con productos adicionados; <sup>4</sup>N.a.: no aplica; <sup>5</sup>Var.: variación.

**Tabla IV.** Composición y adecuación nutrimental de la dieta tipo del ámbito urbano, estratos bajo, medio y alto, con y sin productos adicionados

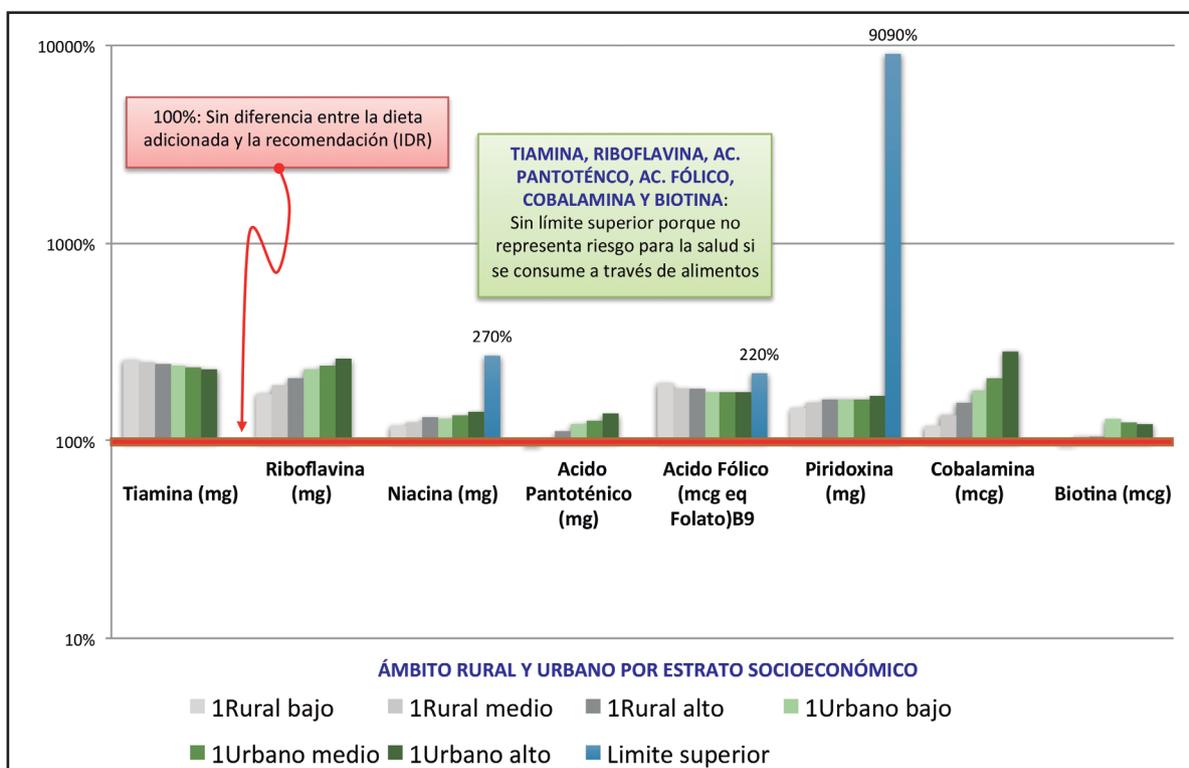
Nutrimento	IDR <sup>1</sup>	Límite superior	Dieta rural estrato bajo				Dieta rural estrato medio				Dieta rural estrato alto						
			SPA <sup>2</sup>	CPA <sup>3</sup>	Var. por adición <sup>5</sup> (%)	Adicionados /IDR (%)	Adicionados /Límite superior (%)	SPA <sup>2</sup>	CPA <sup>3</sup>	Var. por adición <sup>5</sup> (%)	Adicionados /IDR (%)	Adicionados /Límite superior (%)	SPA <sup>2</sup>	CPA <sup>3</sup>	Var. por adición <sup>5</sup> (%)	Adicionados /IDR (%)	Adicionados /Límite superior (%)
Calcio (mg)	1000	2500	1018,6	1045,5	2,6	105	42	1038,5	1114,5	7,3	111	45	1106,4	1267,2	14,5	127	51
Fósforo (mg)	700	4000	1713,8	1790,7	4,5	256	45	1695,4	1771,4	4,5	253	44	1697,4	1775,3	4	254	44
Hierro (mg)	15	45	26	25,6	-1,5	171	57	25,2	26	3,2	173	58	24	26,4	10	176	59
Potasio (mg)	4700	4900	3452,7	3599,7	4,3	77	73	3436,3	3582	4,2	76	73	3482,3	3632,1	4,3	77	74
Magnesio (mg)	340	*	565	589,8	4,4	173	N.a. <sup>4</sup>	548,8	572,7	4,4	168	N.a. <sup>4</sup>	526,7	549,8	4,4	162	N.a. <sup>4</sup>
Zinc (mg)	11	29	18,2	18,3	0,5	166	63	17,9	18,3	2,2	166	63	17,8	18,6	4,5	169	64
Manganeso (mg)	2,3	11	4	4,1	2,5	178	37	3,9	4,1	5,1	178	37	3,8	4	5,3	174	36
Selenio (µg)	48	400	92	96,1	4,5	200	24	90,8	94,8	4,4	198	24	89,8	93,8	4,5	195	23
Actividad de retinol (E.R.)	730	3000	952,8	1084,7	13,8	149	36	923,9	1074,8	16,3	147	36	909,5	1094	20,3	150	36
Tiamina (mg)	1,2	*	2,4	2,9	20,8	242	N.a. <sup>4</sup>	2,3	2,9	26,1	242	N.a. <sup>4</sup>	2,1	2,8	33,3	233	N.a. <sup>4</sup>
Riboflavina (mg)	1,1	*	2,1	2,5	19	227	N.a. <sup>4</sup>	2,2	2,6	18,2	236	N.a. <sup>4</sup>	2,4	2,9	20,8	264	N.a. <sup>4</sup>
Niacina (mg)	13	35	13,4	16,9	26,1	130	48	13,6	17,4	27,9	134	50	14,1	18,2	29,1	140	52
Ac. ascórbico (mg)	84	1900	72,9	89,7	23	107	5	77,5	95,7	23,5	114	5	89,7	109,7	22,3	131	6
α-tocoferol (mg)	13	1000	11,3	12,5	10,6	96	1	10,9	12,4	13,8	95	1	10,5	12,3	17,1	95	1
Ac. pantoténico (mg)	5	*	5,8	6,2	6,9	124	N.a. <sup>4</sup>	5,9	6,4	8,5	128	N.a. <sup>4</sup>	6,2	6,9	11,3	138	N.a. <sup>4</sup>
Ac. fólico (µg eq folato) B9	460	1000	515,9	809,7	56,9	176	81	508,7	813,3	59,9	177	81	496,6	816,1	64,3	177	82
Piridoxina (mg)	1,1	100	1,7	1,8	5,9	164	2	1,7	1,8	5,9	164	2	1,7	1,8	5,9	164	2
Cobalamina (µg)	2,4	*	4,5	4,4	-2,2	183	N.a. <sup>4</sup>	5	5	0	208	N.a. <sup>4</sup>	5,8	6	3,4	250	N.a. <sup>4</sup>
Biotina (µg)	30	*	37,5	39,2	4,5	131	N.a. <sup>4</sup>	35,9	37,5	4,5	125	N.a. <sup>4</sup>	34,7	36,2	4,3	121	N.a. <sup>4</sup>
Calciferol (µg)	5	50	2,8	5	78,6	100	10	3	5,5	83,3	110	11	3,3	6,5	97	130	13

<sup>1</sup>No representa riesgo para la salud si se consume a través de alimentos. <sup>2</sup>IDR: Ingestión diaria recomendada; <sup>3</sup>SPA: sin productos adicionados; <sup>4</sup>N.a.: no aplica; <sup>5</sup>Var.: variación.



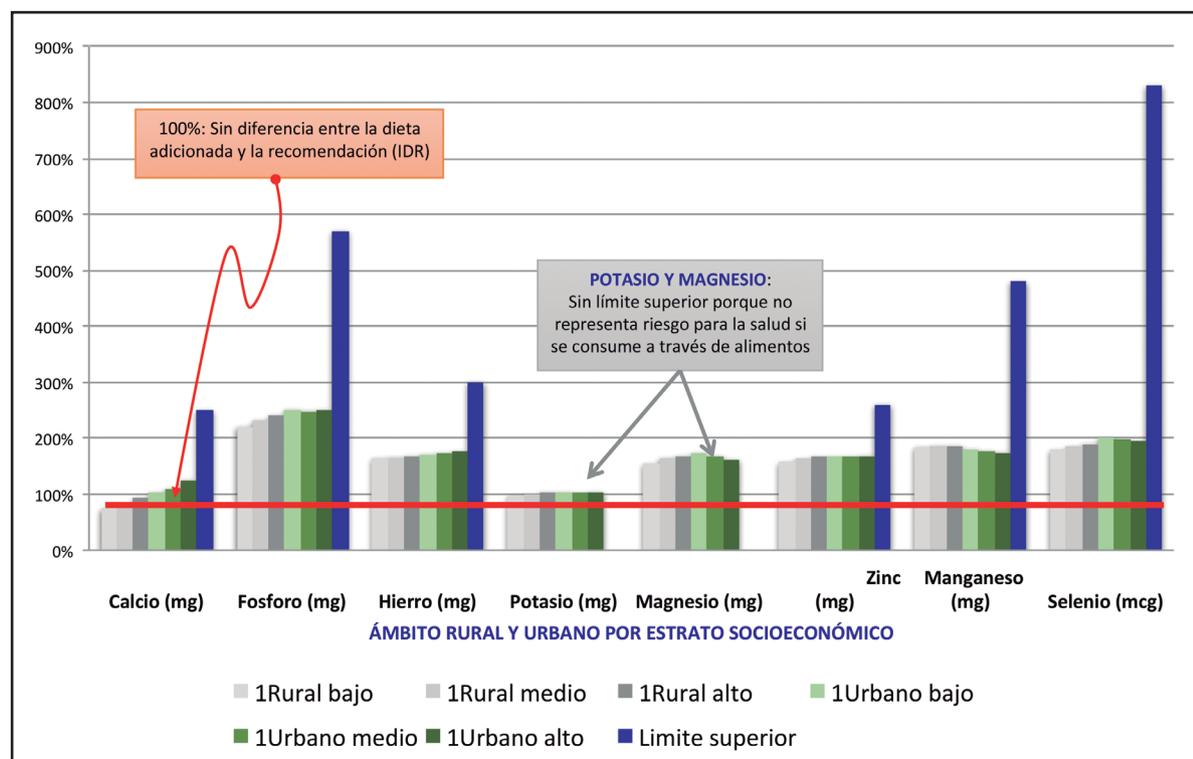
**Figura 1.**

Contenido adicionado entre el valor de ingestión diaria recomendada (IDR) de las vitaminas A, C, D y E en las dietas rural y urbana, por estrato socioeconómico.



**Figura 2.**

Contenido adicionado entre el valor de ingestión diaria recomendada (IDR) de las vitaminas del complejo B en dietas rural y urbana, por estrato socioeconómico.



**Figura 3.**

Contenido adicionado entre el valor de ingestión diaria recomendada (IDR) de los nutrimentos inorgánicos en dietas rural y urbana, por estrato socioeconómico.

En general, se observó que en el ámbito rural, a pesar de la adición, existen deficiencias de calcio, vitamina D y vitamina C, sobre todo en el estrato rural bajo y medio, que concuerda con los bajos consumos de leche, verduras y frutas en estos estratos. En el rural alto la situación en relación con estos nutrimentos es mejor, ya que solamente se observa deficiencia de vitamina D, aunque la variación ya alcanza el 82% de la IDR *versus* el 62% y 72% en los estratos bajo y medio, respectivamente.

De acuerdo a los resultados en el ámbito rural y urbano de los tres estratos socioeconómicos, presentaron concentraciones por debajo del límite superior UL, lo que indica que tanto las dietas sin adición y como las dietas con adición no pueden llegar a considerarse tóxicas para el ser humano.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio nos permiten concluir y confirmar lo siguiente:

- Menos del 10% del total de nuevos productos alimenticios en el mercado nacional son adicionados o modificados en su composición.
- La dieta de la población rural es menos diversa que la dieta urbana. Ocho productos aportan el 70% de la recomendación de energía del adulto equivalente para la población

rural, mientras que 12 productos representan el mismo porcentaje en la dieta urbana.

- Las tortillas siguen siendo la principal fuente de energía en ambas dietas.
- En la dieta urbana aparecen las bebidas azucaradas, en tanto que estas no aparecen en la dieta rural para el periodo estudiado.
- La dieta urbana incluye un consumo mayor de verduras y frutas *versus* la dieta rural; sin embargo, también presenta un consumo mayor de productos cárnicos y azucarados.
- Los productos adicionados más frecuentes en el patrón alimentario son leche, productos elaborados con harinas de maíz y trigo, cuya adición es obligatoria por la normatividad vigente en México.
- Las dietas diseñadas presentan deficiencias nutrimentales de calcio, ácido ascórbico, vitamina D y vitamina E. El contenido de vitaminas del complejo B supera la recomendación en promedio, sin aproximarse a concentraciones que impliquen un riesgo a la salud.
- Las concentraciones de los nutrimentos en los productos adicionados analizados no alcanzan los límites superiores de consumo considerado como seguro (UL), por lo que no representan un riesgo de hipervitaminosis para la población mexicana.

En definitiva, los productos alimenticios que se adicionen deben tener una justificación técnica, ética y racional. No tiene caso adicionar nutrimentos que están siendo aportados plenamente

por la dieta habitual de la población en todos los estratos socioeconómicos.

La promoción del consumo de alimentos adicionados no deberá inducir en la población la adopción de dietas desequilibradas alejadas de las recomendaciones oficiales y tampoco deberá aducir que un alimento adicionado puede compensar las deficiencias nutrimentales derivadas de una alimentación incorrecta. En todo caso, los productos adicionados deben estar integrados a una dieta suficiente, completa, variada, equilibrada, inocua y acorde con la cultura alimentaria del grupo social que la consume.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece la coordinación de la Lic. Daniela Reis DSM con Euromonitor y Mintel; a la Empresa DSM por la donación de un equipo para la determinación de nitrógeno; a International Life Sciences Institute (ILSI) y DSM por el interés mostrado para realizar este estudio; y al Dr. Abelardo Ávila Curriel INCMNSZ, por el incondicional apoyo técnico brindado a este trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Freixas A, Díaz V, Durán S, Gaete MC. ¿El consumo de vitaminas de los alimentos fortificados supera los límites permitidos? Estudio realizado en población joven y adulta joven de la Región Metropolitana de Chile. *Nutr Hosp* 2013;28(4):1201-9.
- Araya H, Ruz M. Evaluación de riesgo para vitaminas y minerales en alimentos fortificados: informe final. 2007. Disponible en: <http://www.redsalud.gov.cl/archivos/alimentosynutricion/inocuidad/EVALUACI.pdf>
- NOM-086-SSA1-1994. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.
- Bourges RH, Casanueva E, Rosado JL. Recomendaciones de ingestión de nutrimentos para la población mexicana. Bases fisiológicas. Tomo 2. México: Editorial Médica Panamericana S.A.; 2008.
- NOM-051-SCFI/SSA1-2010. Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados - Información comercial y sanitaria.
- Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. Dietary reference intakes: application in dietary assessment. A report of the Subcommittee on Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes and Upper Reference Levels of Nutrients, and the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. Washington D.C.: The National Academy Press; 2000. Disponible en: <http://www.nap.edu>
- Morales-Ruan MC, Villalpando S, García-Guerra A, Robledo-Pérez R, Ávila-Arcos MA, Rivera JA, et al. Iron, zinc, copper, and magnesium nutritional status in Mexican children aged 1 to 11 years. Results from the 2006 National Health and Nutrition Survey. *Salud Pública Mex* 2012;54:125-34.
- Cuevas-Nasu L, Mundo-Rosas V, Shamah-Levy T, Méndez-Gómez Humarán I, Ávila-Arcos MA, Rebollar R, et al. Prevalence of folate and vitamin B12 deficiency in Mexican children aged 1 to 6 years in a population-based survey. *Salud Pública Mex* 2012;54:116-24.
- NOM-169-SSA1-1998. Para la asistencia alimentaria a grupos de riesgo.
- NOM-131-SSA1-2012. Productos y servicios. Fórmulas para lactantes, de continuación y para necesidades especiales de nutrición. Alimentos y bebidas no alcohólicas para lactantes y niños de corta edad. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Etiquetado y métodos de prueba.
- NOM-015-SSA2-2010. Para la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus.
- NOM-030-SSA2-2009. Para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento y control de la hipertensión arterial sistémica.
- NOM-174-SSA1-1998. Para el manejo integral de la obesidad.
- Euromonitor. Empresa mundial en investigación de mercado estratégica e independiente. Disponible en: <http://www.euromonitor.com/>
- Mintel. Disponible en: <http://www.mintel.com>
- Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH). México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía; 2008. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/hogares/regulares/enigh/enigh2008/tradicional/default.aspx>.
- Olaiz G, Rivera J, Shamah LT, Rojas R, Villalpando S, Hernández M, et al. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2006. México: Instituto Nacional de Salud Pública; 2006.
- Ávila CA, Shamah LT, Chávez VA. Encuesta Nacional de Alimentación en el Medio Rural (ENAL) 1996. México: INNSZ; 1997.
- Morales de León J, Bourges RH, Camacho PME. Tablas de composición de alimentos mexicanos. México: INCMNSZ; 2007.
- Encuesta Nacional de Nutrición ENN 1988. México: Instituto Nacional de Salud Pública, Dirección General de Epidemiología; 1988.
- Rivera DJ, Shamah LT, Villalpando HS, González de Cossío T, Hernández PB, Sepúlveda J. Encuesta Nacional de Nutrición 1999. Estado nutricional de niños y mujeres en México. México: Instituto Nacional de Salud Pública; 2001.
- NOM-243-SSA-2010. Leche, fórmula láctea, producto lácteo, combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.
- NOM-247-SSA1-2008. Cereales y sus productos, cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas, alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas, productos de panificación. Disposiciones y especificaciones.



## Trabajo Original

Epidemiología y dietética

### Validación de una encuesta para determinar la prevalencia en el uso de suplementos en deportistas de élite españoles

*Validation of a questionnaire to study the prevalence of nutritional supplements used by elite Spanish athletes*

Millán Aguilar-Navarro<sup>1,2</sup>, Jesús Muñoz-Guerra<sup>3</sup>, María del Mar Plata<sup>3</sup> y Juan del Coso<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Fisiología del Ejercicio. Universidad Camilo José Cela. Villafranca del Castillo, Madrid. <sup>2</sup>Facultad de Educación y Humanidades. Universidad Francisco de Vitoria. Pozuelo de Alarcón, Madrid. <sup>3</sup>Agencia Española de Protección de la Salud en el Deporte. Departamento de Control de Dopaje. Madrid

#### Resumen

**Introducción:** el uso de suplementos deportivos es una estrategia generalizada entre los deportistas de alto rendimiento. Sin embargo, no existe ningún cuestionario validado en castellano para determinar la prevalencia en el uso de suplementos deportivos en deportistas.

**Objetivo:** el objetivo de esta investigación fue validar un cuestionario en castellano para estudiar la prevalencia del uso de suplementos deportivos.

**Material y métodos:** en una primera fase, el cuestionario fue diseñado para recabar información sobre la frecuencia en el uso de cinco categorías de suplementos (estimulantes, potenciadores del rendimiento, suplementos para control de peso, "recuperadores" y medicamentos). Posteriormente, el contenido del cuestionario fue validado por un grupo de seis expertos que valoraron la pertinencia y claridad de cada pregunta del cuestionario en escalas de 1-10 puntos. La versión final del cuestionario fue completada en dos ocasiones separadas por un mes (test-retest) por un grupo de 39 atletas de élite, con el objetivo de verificar la reproducibilidad en las respuestas a este cuestionario.

**Resultados:** la versión final del cuestionario, obtenida tras la validación de contenido, tiene 81 preguntas que recaban información sociodemográfica y sobre motivos, frecuencia y condiciones de compra de suplementos deportivos. En el test-retest se comprobó una alta congruencia en todas las preguntas del cuestionario, sin diferencia estadística en ninguna de las respuestas en el test-retest.

**Conclusión:** el cuestionario derivado de este estudio cumple con los parámetros de validez y fiabilidad necesarios para la obtención de información vinculada al tipo y frecuencia en el uso de suplementos deportivos.

#### Palabras clave:

Ayudas ergogénicas.  
Encuesta. Dopaje.  
Rendimiento humano.  
Deporte.

#### Abstract

**Introduction:** the use of dietary supplements is a widespread strategy performed by high-performance athletes worldwide. However, there is no validated questionnaire to determine the frequency and type of dietary supplements used by elite Spanish athletes.

**Objective:** the purpose of this investigation was to test the validity of a questionnaire designed to assess the prevalence in the use of dietary supplements by elite Spanish athletes.

**Material and methods:** initially, the questionnaire was designed to obtain information about the utilisation of five types of supplements (stimulants, ergogenic aids, supplements for weight control, supplements for improved recovery and medicines). Then, the validity of the questionnaire contents was evaluated by a group of six experts in dietary supplements who ranked the relevance and clarity of each question by using 1-10-point scales. The final version of the questionnaire was test-retested in a group of 39 elite athletes to verify the reproducibility in the answers reported in the questionnaire.

**Results:** after the evaluation of the group of experts, the questionnaire was completed with 81 questions regarding sociodemographic information and data about motives and frequency and conditions of dietary supplements purchase. The test-retest of the questionnaire showed a high reliability in all the answers obtained in the test-retest.

**Conclusion:** the questionnaire included in this investigation fulfilled the standards for the obtaining of valid and reproducible data regarding the prevalence in the use of dietary supplements by Spanish athletes.

#### Key words:

Ergogenic aids.  
Survey. Doping.  
Human performance.  
Sport.

Recibido: 20/02/2018 • Aceptado: 23/05/2018

Aguilar-Navarro M, Muñoz-Guerra J, Plata MM, del Coso J. Validación de una encuesta para determinar la prevalencia en el uso de suplementos en deportistas de élite españoles. *Nutr Hosp* 2018;35(6):1366-1371

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1851>

#### Correspondencia:

Juan del Coso. Laboratorio de Fisiología del Ejercicio.  
Universidad Camilo José Cela. C/ Castillo de Alarcón,  
49. 28692 Villafranca del Castillo, Madrid  
e-mail: [jdelcoso@ucjc.edu](mailto:jdelcoso@ucjc.edu)

## INTRODUCCIÓN

Un suplemento deportivo es un producto con un cierto aporte nutricional, disponible comercialmente y que los deportistas consumen en adición a la dieta habitual (1). De manera específica, los suplementos deportivos se toman de manera oral (2), se les supone un efecto fisiológico y/o nutricional (3) y su regulación es común a la de otros productos alimenticios (4). Los deportistas utilizan habitualmente suplementos deportivos con el propósito principal de obtener una ventaja competitiva sobre sus oponentes (5). Específicamente, la ventaja competitiva a través de los suplementos deportivos se puede obtener a partir de diferentes funciones fisiológicas, entre las que destacan la mejora/aceleración de las adaptaciones del entrenamiento, la obtención de entrenamientos más intensos o con mayor volumen, la aceleración en la recuperación entre sesiones de entrenamiento y/o reducir las interrupciones en el entrenamiento debido a enfermedades o lesiones (6,7). Otros efectos de la suplementación deportiva también incluyen el mantenimiento del estado de salud, la prevención de deficiencias nutricionales o la pérdida de peso corporal (8). El Comité Olímpico Internacional ha publicado recientemente un consenso sobre suplementos dietéticos para el deportista de alto rendimiento (9). En este artículo se analizan, desde una perspectiva objetiva, las evidencias científicas para los suplementos dietéticos más utilizados en el deporte, con el objetivo de proteger la salud del deportista a la vez que se incrementa el conocimiento sobre los riesgos/beneficios del uso de cada suplemento. La evidencia se ha organizado para suplementos que previenen o tratan deficiencias nutricionales, suplementos que proporcionan energía de una forma práctica, suplementos que mejoran el rendimiento deportivo, suplementos para mejorar la capacidad del sistema inmunitario y suplementos para mejorar la capacidad de entrenamiento y recuperación.

A través del uso de cuestionarios, entrevistas o registros dietéticos se ha podido determinar que la prevalencia del uso de suplementos deportivos es muy elevada, tanto en hombres como en mujeres deportistas (1,3,7). Diversas investigaciones han mostrado prevalencias en el uso de suplementos deportivos que van del 28% al 100% de la población de deportistas estudiada, aunque la frecuencia de uso de suplementos deportivos está influenciada por factores como la edad, el tipo de deporte, el país de procedencia y el nivel de profesionalismo (1-3,6,8,10,11). Específicamente, los deportistas de alto rendimiento suelen tomar un mayor número de suplementos deportivos que los deportistas amateur (1,9). Para un mismo nivel deportivo, los hombres usan más suplementos deportivos con el objetivo de incrementar la fuerza y la masa muscular (especialmente creatina) que las mujeres, mientras que las mujeres suelen usar más vitaminas y minerales (especialmente hierro) que los hombres (3,9,12). Finalmente, el uso de suplementación deportiva se incrementa con la edad (9), mientras que el tipo de suplementos deportivos está muy influenciado por las características fisiológicas del deporte (1,8,12). En cualquier caso, la congruencia en las conclusiones de estas investigaciones está afectada por las diferencias en la definición de "suplementación", el uso de cuestionarios no validados y la selección inapropiada de muestras de estudio (9,13).

Entre los deportistas que reconocen el uso de suplementos, se ha determinado que los deportistas tienden a usar más de un suplemento deportivo de manera simultánea (3,6), con algunos deportistas que alcanzan hasta una combinación de 20 suplementos diferentes (12,14,15). Entre los suplementos deportivos más utilizados se encuentran los multivitamínicos/multiminerales, la vitamina C, los productos con cafeína, los suplementos de proteínas y las bebidas deportivas (1,8). Aunque en una gran parte de casos el uso de un suplemento deportivo particular no esté respaldado por la ciencia (8), también se ha podido determinar que la creencia en la efectividad de ese suplemento (i.e., efecto placebo) tiene una efectividad relevante para la obtención de una ventaja física (16).

Toda esta información se ha obtenido a través de la investigación de poblaciones deportistas de diferentes países, principalmente en muestras de atletas de Estados Unidos, Reino Unido y Canadá (1,3). Sin embargo, se desconoce la prevalencia en el uso de suplementos deportivos en la población española de deportistas de élite. Por este motivo, el objetivo del presente estudio fue crear y validar un cuestionario para determinar la naturaleza del uso de suplementos deportivos en la población de deportistas de élite españoles. Una vez validado y testada su fiabilidad, este cuestionario permitirá estudiar en el futuro la influencia de variables sociodemográficas (edad, sexo, nivel socioeconómico), el tipo de deporte, los lugares de compra y las fuentes de información consultadas en el uso y abuso de suplementos deportivos por los deportistas españoles.

## METODOLOGÍA

### DISEÑO DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo contiene el proceso de creación, validación y comprobación de reproducibilidad de un cuestionario destinado a medir el uso de suplementos deportivos. La iniciativa para la creación de este cuestionario viene por la actividad de un grupo de investigación interuniversitario interesado en determinar los hábitos de consumo y adquisición de suplementos deportivos en la población deportista española. Este grupo de investigación, formado por cuatro miembros (un licenciado en Ciencias del Deporte y doctor en Rendimiento Deportivo y dos doctores en Ciencias Químicas), desarrolló la primera versión del cuestionario con un total de 73 preguntas. Posteriormente, se inició una validación del contenido del cuestionario a través de un grupo de expertos, mientras que la reproducibilidad del cuestionario final surgida de la evaluación de expertos fue evaluada a través de un test-retest realizado en una muestra de 39 deportistas de élite de diferentes disciplinas deportivas.

### DISEÑO DEL CUESTIONARIO ORIGINAL

El cuestionario fue diseñado siguiendo las recomendaciones aportadas por dos trabajos recientes que han sugerido estrate-

gias para estandarizar las metodologías de recogida de datos en los cuestionarios de consumo de suplementos ergonutricionales en deportistas (1,7). Además, el cuestionario ha sido diseñado para que las preguntas fueran sencillas, claras y sin ambigüedad. Para limitar la extensión del cuestionario, la organización de las preguntas se ha creado para profundizar en los aspectos más relevantes sobre la suplementación en el deporte (17). El tipo de respuestas permitidas para la mayor parte de preguntas es el de “varias opciones”, con el objetivo de facilitar el análisis de los resultados a la vez que se mantiene la libertad de la respuesta en el encuestado (18). Sin embargo, también se han incluido “respuestas abiertas” en ciertos apartados del cuestionario que requerían una mayor especificidad en las respuesta del deportista (10,19) (por ejemplo, para enumerar los suplementos deportivos que se ingieren de manera habitual).

El cuestionario original estuvo dividido en los siguientes apartados: a) variables sociodemográficas; b) frecuencia en el uso de suplementos deportivos; c) suplementos deportivos con efecto estimulante; d) suplementos deportivos potenciadores del rendimiento; e) suplementos deportivos para control de peso; f) suplementos deportivos con efecto “recuperador”; y g) medicamentos. El cuestionario fue estructurado para que aquellos deportistas que manifestaran la ausencia de uso de suplementos deportivos en el apartado b) no tuvieran que completar los apartados c), d), e), f) y g). Sin embargo, estos deportistas fueron los únicos que completaron el apartado h), que contiene preguntas para determinar el motivo por el que el deportista no usa suplementos deportivos.

En cada uno de los grupos de suplementos deportivos cuestionados, la estructura del cuestionario incluyó preguntas sobre la frecuencia de uso, el motivo del uso, la forma y el momento de la suplementación, el lugar donde se obtiene comercialmente y el profesional que ha recomendado el uso del suplemento. Con esta estructura, el cuestionario no solo permite conocer la prevalencia en el uso de suplementos deportivos, sino que también se puede determinar cuáles son los suplementos más comúnmente utilizados, así como las condiciones en las que estos se utilizan y se obtienen. Además, el cuestionario incluye preguntas para recabar información sobre el conocimiento que tienen los deportistas sobre portales web que permiten comprobar la seguridad (i.e., ausencia de contaminación con otras sustancias dopantes) de los suplementos, en términos de antidopaje.

## VALIDACIÓN DE CONTENIDO PARA EL CUESTIONARIO

La versión inicial del cuestionario fue evaluada por un grupo de seis jueces-expertos en suplementación deportiva, siguiendo el proceso descrito para la validación de otros cuestionarios previos (20-23). En el grupo de expertos hubo tres doctores en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, una doctora en Medicina, un licenciado en Nutrición y Dietética y un licenciado en Ciencias Químicas. Además de su formación académica, todos los miembros del grupo de expertos tenían experiencia previa en el diseño, investigación, prescripción y o distribución de suplementos depor-

tivos, especialmente en el ámbito del alto rendimiento deportivo. Todos los expertos fueron contactados inicialmente a través de correo electrónico y una vez aceptaron formar parte de la investigación, recibieron una llamada telefónica para recibir información específica sobre la propuesta del cuestionario y las instrucciones para realizar la evaluación. Posteriormente, los expertos recibieron el cuestionario original en un documento Word junto con una hoja Excel en la que cada pregunta podría ser evaluada y comentada de manera independiente. Cada pregunta tuvo una evaluación cuantitativa en la que la pertinencia de la pregunta para el objetivo del cuestionario y la claridad en la redacción pudieron ser evaluadas independientemente con escalas de 1 a 10 puntos (1 punto significó mínima cantidad del atributo y 10 significó máxima cantidad del atributo) (20). Además, cada pregunta fue evaluada por los expertos de manera cualitativa, a través de un espacio de “respuesta libre” destinado a cualquier tipo de comentario que el experto quisiera hacer en referencia a la pregunta del cuestionario. Por último, los expertos también pudieron valorar el cuestionario en su conjunto para evaluar la asociación entre las preguntas/secciones del cuestionario (23,24).

La evaluación del cuestionario por el grupo de expertos fue realizada de manera individual ya que no hubo contacto entre los expertos para evitar las interferencias de este proceso. Cada experto procedió a enviar el cuestionario con su evaluación en un plazo de cuatro semanas desde su recepción. Las modificaciones sugeridas por los expertos se realizaron utilizando los siguientes criterios: se modificaron las preguntas cuyo promedio de valoración, tanto para pertinencia como para claridad de la pregunta, fue inferior a siete puntos. También se modificaron las partes del cuestionario en las que había congruencia en las sugerencias de modificación de al menos dos expertos evaluadores. Además, se atendieron los comentarios particulares de cada experto para valorar la utilidad en la mejora de la cohesión y entendimiento del cuestionario.

Una vez se modificó el cuestionario, este fue enviado por segunda vez al grupo de expertos para que realizaran una nueva ronda de evaluación utilizando los mismos criterios descritos anteriormente. En este cuestionario modificado, los expertos pudieron ver los comentarios aportados por otros expertos. Finalmente, y tras esta segunda ronda de evaluación, todos los expertos mostraron su aprobación para la distribución del cuestionario, que fue verificada a través de promedios en las evaluaciones cuantitativas de cada pregunta (> 8,5 puntos para pertinencia y claridad de todas las preguntas) y cualitativas.

## REPRODUCIBILIDAD DEL CUESTIONARIO

La reproducibilidad de las respuestas obtenidas en la versión final del cuestionario fue evaluada en un grupo de 39 deportistas de élite españoles (23 hombres y 16 mujeres;  $26,0 \pm 2,9$  años de edad). Los criterios de inclusión para este grupo de deportistas fueron: experiencia deportiva de al menos cinco años, nivel competitivo nacional o internacional y edad comprendida entre 18 y 45 años. Los criterios de exclusión contemplaron a deportistas

que han sido controlados como positivos en un control del dopaje y que practicasen más de una disciplina deportiva. Se seleccionó esta muestra de participantes debido a que sus características fueron similares a las de la población objetivo del cuestionario (25). Los participantes completaron la versión final del cuestionario en dos ocasiones separadas entre sí por cuatro semanas (26). Las condiciones en las que se rellenaron los cuestionarios fueron mantenidas para evitar la influencia de variables extrañas en los resultados de reproducibilidad (27). Además de realizar el cuestionario, los participantes también pudieron completar apartados específicos para comentar las dificultades experimentadas a la hora de comprender el objetivo de las preguntas o para determinar posibles ambigüedades en las respuestas propuestas.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para valorar la pertinencia/relevancia de cada pregunta respecto del objeto de estudio del cuestionario se utilizó el cociente V de Aiken (28,29). La claridad en la redacción de cada pregunta también fue evaluada con la V de Aiken. Para comprobar los cambios en las puntuaciones de pertinencia y claridad propuestas del grupo de expertos entre la primera y la segunda versión del cuestionario se utilizó la prueba t de Student. Para conocer la validez de los contenidos desde la perspectiva de comprensión de los sujetos de estudio y la fiabilidad se utilizó el test-retest (27,30) y los resultados se analizaron utilizando una correlación inter-ítems agrupados en dimensiones mediante tablas de contingencias y el test de McNemar. Los datos fueron analizados con el paquete estadístico SPSS v 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, Estados Unidos). El nivel de significación para determinar diferencias significativas se fijó en  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

Como promedio para todas las preguntas del cuestionario, la evaluación inicial del cuestionario por el grupo de expertos reflejó una valoración de  $7,3 \pm 0,6$  puntos para pertinencia de las preguntas y  $7,6 \pm 0,3$  puntos para claridad de las preguntas. Tras la realización de los cambios sugeridos tras la primera evaluación, la pertinencia y claridad promedio de las preguntas del cuestionario en su segunda versión ascendió a  $8,7 \pm 0,1$  y  $8,8 \pm 0,2$ , respectivamente ( $p < 0,05$ ). La V de Aiken fue de 0,97 para pertenencia y de 0,82 para claridad tras la segunda ronda de evaluación por el grupo de expertos.

La tabla I muestra un resumen de los comentarios cualitativos aportados por los jueces expertos en la primera ronda de evaluación. El experto 1 sugirió añadir un nuevo ítem para obtener información específica sobre el máximo nivel competitivo alcanzado durante la carrera deportiva, con el objetivo de mejorar la calificación del nivel deportivo de los encuestados (local, autonómico, nacional e internacional). El experto 3 expuso la necesidad de incluir preguntas sobre la frecuencia con la que los participantes se someten a exámenes médicos que incluyen muestras

**Tabla I. Resumen de las valoraciones cualitativas de los jueces expertos en la primera versión del cuestionario**

Juez	Valoración cualitativa
# 1	Añadir un nuevo ítem sobre el nivel competitivo
# 3	Especificación sobre exámenes médicos que incluyen muestras de sangre
# 4	Utilización del término "confianza" para medir el crédito de los productos libres de sustancias dopantes
# 5	Uso de ejemplos en los distintos apartados de suplementación
# 6	Distinción en el uso de medicamentos para ergogenia o patología

de sangre. Por otro lado, el experto 4 sugirió utilizar la palabra "confianza" para indicar el crédito que los deportistas conceden sobre ausencia de sustancias dopantes a los suplementos deportivos que compran y consumen. El experto 5 propuso la introducción de algunos ejemplos de suplementación deportiva para enriquecer la descripción de los diferentes efectos, junto a la mejora de la definición de suplemento deportivo. A su vez, el experto 5 sugirió establecer respuestas múltiples en todos los apartados donde se realizasen preguntas vinculadas a la compra de suplementos deportivos. El experto 6 expuso que se debería distinguir, en el apartado específico para "medicamentos", si el medicamento en concreto se utiliza con fines ergogénicos o para tratar alguna patología. Al mismo tiempo, los jueces expertos hicieron una serie de aportaciones sobre formato y cuestiones de redacción y ortografía de los distintos ítems que fueron incorporadas al cuestionario. Estas y otras cuestiones fueron completadas en todos los casos, de modo que en la segunda valoración prácticamente no existen comentarios vinculados con la evaluación cualitativa.

En el test-retest realizado con el grupo de deportistas élite, ninguno de los participantes incluyó comentarios vinculados a la dificultad de comprensión y/o ambigüedades en las preguntas y respuestas del cuestionario. La tabla II presenta los resultados de fiabilidad de los diferentes apartados de la encuesta a través de la correlación inter-ítems, medida con las respuestas obtenidas en las dos ocasiones en las que los participantes completaron el cuestionario. Específicamente, no se observaron diferencias significativas entre las dos rondas empleadas en la compleción del cuestionario para ninguno de los apartados de la encuesta.

## DISCUSIÓN

En la literatura científica existen varios cuestionarios sobre el uso de suplementos deportivos y dietéticos en poblaciones deportistas que se han empleado en las tres últimas décadas para estimar la prevalencia en el uso y abuso de suplementos deportivos. Un reciente metaanálisis realizado por Knapik y cols. (1),

**Tabla II. Relación inter-ítems (prueba test-retest) para los diferentes apartados del cuestionario**

	<b>Apartado del cuestionario</b>	<b>Valor de p</b>
a)	Socio-demográficos	0,317
b)	Prevalencia uso de suplementos	0,261
c)	Suplementos con efecto estimulante	0,223
d)	Suplementos con efecto potenciador	0,261
e)	Suplementos para control de peso	0,564
f)	Suplementos con efecto recuperador	0,072
g)	Medicamentos	0,317
h)	Motivos para el no uso de suplementos	0,513

en el que se recogen los estudios publicados desde 1980 hasta 2014 sobre esta temática, ha concluido que los suplementos más comunes son los multivitamínicos, los productos con cafeína y las bebidas deportivas. Este metaanálisis también refleja que los deportistas de élite utilizan más suplementos deportivos que los deportistas aficionados, mientras que el sexo del deportista no es una variable esencial para predecir el número o tipo de suplementos deportivos utilizados. Sin embargo, la información obtenida en este metaanálisis puede no ser un reflejo de la prevalencia y las condiciones en el uso de suplementos deportivos en España ya que el 38% de los artículos incluidos han sido realizados en deportistas procedentes de Estados Unidos, el 19% en deportistas canadienses y el 11% en deportistas británicos, sin información específica sobre deportistas españoles.

Debido a que las tendencias en el uso de suplementos pueden variar sustancialmente entre países (1,7,15), es probable que la información obtenida en los deportistas de otras nacionalidades no represente las conductas de los deportistas españoles frente al uso de suplementación. Además, otros factores como la definición y las clasificaciones de los suplementos deportivos también pueden propiciar diferencias en la prevalencia de uso entre países (13). Sin embargo, la información sobre uso de suplementos deportivos en deportistas españoles es muy limitada. En una investigación realizada con usuarios de gimnasio de Sevilla se concluyó que un 28% de estos toman suplementos deportivos que contienen proteínas, con una mayor frecuencia en hombres y con una alta frecuencia en dosis que exceden las recomendaciones diarias de proteínas (31). Otra investigación mostró que un 58% de los jugadores de baloncesto profesionales de la Liga ACB consumen suplementos deportivos entre los que destacan los complejos multivitamínicos, las bebidas deportivas y las proteínas (32). Estos antecedentes impiden determinar con precisión el uso de suplementos en la población deportista española, y es por tanto necesario recoger información válida y fiable sobre la frecuencia de uso y tipo de suplementos deportivos utilizados por deportistas españoles.

Para cumplir con esta propuesta, el primer paso de este grupo de autores ha sido la creación de un cuestionario que

sea válido, fiable y reproducible para recoger la información relevante respecto de la prevalencia de uso de suplementación deportiva. Este cuestionario incluye factores demográficos, factores relacionados con la disciplina deportiva, así como razones de uso y consumo de suplementos deportivos y frecuencia en el uso de suplementos deportivos, tal y como ha sido previamente sugerido (7). Además, incluye diferentes categorías para los diferentes tipos de suplementos deportivos y ejemplos para facilitar al deportista la comprensión del tipo y categoría de suplemento deportivo que está consumiendo (1). También, y como ha sido sugerido previamente para estandarizar los cuestionarios sobre uso de suplementación (1,7), el cuestionario solicita información sobre el momento en el que se consume el suplemento junto con las fuentes de información/recomendación que han llevado al deportista al uso de un determinado suplemento.

Específicamente, el cuestionario incluye información específica sobre las condiciones de compra de los suplementos deportivos e incluso la posibilidad de que el deportista reciba la suplementación como pago por patrocinio. El objetivo de este tipo de preguntas del cuestionario es conocer los hábitos comerciales de los usuarios de suplementos deportivos españoles. Esta información puede ser muy relevante para las autoridades sanitarias, y en especial para las instituciones que trabajan en la lucha contra el dopaje, debido a la alta contaminación de suplementos deportivos con sustancias dopantes (33) que pueden desencadenar un dopaje no intencional. Por tanto, el diseño y estructura del cuestionario permitirá una mejor recogida y análisis posterior de la información, con el propósito final de detectar la prevalencia en el uso de suplementación deportiva, los riesgos para la salud vinculados con el abuso de los suplementos deportivos, y poder diferenciar entre modalidades deportivas, lugares de compra, fuentes de información y motivos de uso. Además, la alta reproducibilidad en las respuestas obtenidas durante el test-retest (Tabla II) garantiza la fiabilidad del cuestionario para la comparación de investigaciones que utilicen este cuestionario como base de recogida de datos.

En resumen, el proceso de validación de contenido, obtenido a través de la evaluación de un grupo de expertos, y la valoración de la reproducibilidad a través de un test-retest sugieren que el cuestionario que se presenta en este trabajo de investigación cumple con los criterios necesarios para realizar valoraciones del uso y consumo de suplementos ergonutricionales en el deporte. Aunque el cuestionario ha sido diseñado con el objetivo de conocer esta información en la población española, este cuestionario cumple con normas de estandarización (1,7) para que pueda ser utilizado en otro tipo de nacionalidades castellanoparlantes o de otras nacionalidades tras un proceso de traducción. Por último, el diseño del cuestionario no es específico para ninguna disciplina deportiva, por lo que puede ser utilizado para comparar los hábitos de diferentes modalidades deportivas o diferentes niveles competitivos. Independientemente del futuro uso que los investigadores puedan dar al cuestionario, este tendrá validez y reproducibilidad para determinar la prevalencia de consumo de diferentes suplementos deportivos.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores de esta investigación quieren agradecer al grupo de expertos su trabajo objetivo e imparcial durante las dos rondas de evaluación del cuestionario. También queremos agradecer la colaboración de los deportistas de alto rendimiento que participaron en el test-retest aplicado a las respuestas del cuestionario.

## BIBLIOGRAFÍA

- Knapik JJ, Steelman RA, Hoedebecke SS, Austin KG, Farina EK, Lieberman HR. Prevalence of dietary supplement use by athletes: systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2016;46:103-23. DOI: 10.1007/s40279-015-0387-7
- Petroczi A, Naughton DP, Pearce G, Bailey R, Bloodworth A, McNamee M. Nutritional supplement use by elite young UK athletes: fallacies of advice regarding efficacy. *J Int Soc Sports Nutr* 2008;5:22. DOI: 10.1186/1550-2783-5-22
- Lun V, Erdman KA, Fung TS, Reimer RA. Dietary supplementation practices in Canadian high-performance athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2012;22:31-7.
- European Commission. Food supplements. 2018. Labelling and Nutrition. Disponible en: [https://ec.europa.eu/food/safety/labelling\\_nutrition/supplements\\_en](https://ec.europa.eu/food/safety/labelling_nutrition/supplements_en)
- Maughan RJ, King DS, Lea T. Dietary supplements. *J Sports Sci* 2004;22:95-113. DOI: 10.1080/0264041031000140581
- Diehl K, Thiel A, Zipfel S, Mayer J, Schnell A, Schneider S. Elite adolescent athletes' use of dietary supplements: characteristics, opinions, and sources of supply and information. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2012;22:165-74.
- Villanova Colmenero M, Martínez-Sanz JM, Norte Navarro A, Ortiz-Moncada R, Hurtado JA, Baladia E. Variables used in questionnaires about ergonutritional supplements intake. *Nutr Hosp* 2015;32:556-72. DOI: 10.3305/nh.2015.32.2.8373
- Heikkinen A, Alaranta A, Helenius I, Vasankari T. Use of dietary supplements in Olympic athletes is decreasing: a follow-up study between 2002 and 2009. *J Int Soc Sports Nutr* 2011;8:1. DOI: 10.1186/1550-2783-8-1
- Maughan RJ, Burke LM, Dvorak J, Larson-Meyer DE, Peeling P, Phillips SM, et al. IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. *Br J Sports Med* 2018;52:439-55. DOI: 10.1136/bjsports-2018-099027
- Heikkinen A, Alaranta A, Helenius I, Vasankari T. Dietary supplementation habits and perceptions of supplement use among elite Finnish athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2011;21:271-9.
- De Silva A, Samarasinghe Y, Senanayake D, Lanerolle P. Dietary supplement intake in national-level Sri Lankan athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2010;20:15-20.
- Huang SH, Johnson K, Pipe AL. The use of dietary supplements and medications by Canadian athletes at the Atlanta and Sydney Olympic Games. *Clin J Sport Med* 2006;16:27-33.
- Garthe I, Maughan RJ. Athletes and supplements: prevalence and perspectives. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2018;28:126-38. DOI: 10.1123/ijsnem.2017-0429
- Corrigan B, Kazlauskas R. Medication use in athletes selected for doping control at the Sydney Olympics (2000). *Clin J Sport Med* 2003;13:33-40.
- Tsitsimpikou C, Tsiokanos A, Tsarouhas K, Schamasch P, Fitch KD, Valasiadis D, et al. Medication use by athletes at the Athens 2004 Summer Olympic Games. *Clin J Sport Med* 2009;19:33-8. DOI: 10.1097/JSM.0b013e31818f169e
- Hurst P, Foad A, Coleman D, Beedie C. Athletes intending to use sports supplements are more likely to respond to a placebo. *Med Sci Sports Exerc* 2017;49:1877-83. DOI: 10.1249/mss.0000000000001297
- Bernardo J, Calderero J. Aprendo a investigar en educación. Madrid: Ediciones Rialp; 2000.
- Buendía L. Técnicas e instrumentos de recogida de datos. Sevilla: Alfar; 1994.
- Erdman KA, Fung TS, Doyle-Baker PK, Verhoef MJ, Reimer RA. Dietary supplementation of high-performance Canadian athletes by age and gender. *Clin J Sport Med* 2007;17:458-64. DOI: 10.1097/JSM.0b013e31815aed33
- Bulger SM, Housner LD. Modified Delphi investigation of exercise science in physical education teacher education. *J Teach Phys Educ* 2007;26:57-80.
- Dunn JG, Bouffard M, Rogers WT. Assessing item content-relevance in sport psychology scale-construction research: issues and recommendations. *Meas Phys Educ Exerc Sci* 1999;3:15-36.
- Mayaute LME. Cuantificación de la validez de contenido por criterio de jueces. *Rev Psicol* 1988;6:103-11.
- Toro EO, Egido JMJ, Andrés JMP, De Barranda PS. Diseño y validación de un cuestionario para valorar las preferencias y satisfacciones en jóvenes jugadores de baloncesto. *Cuad Psicol Deporte* 2008;8:39-58.
- Wiersma LD. Conceptualization and development of the sources of enjoyment in youth sport questionnaire. *Meas Phys Educ Exerc Sci* 2001;5:153-77.
- Carretero-Dios H, Pérez C. Normas para el desarrollo y revisión de estudios instrumentales. *Int J Clin Health Psychol* 2005;5:521-51.
- Thomas JR, Nelson JK. Métodos de investigación en actividad física. Madrid: Paidotribo; 2007.
- Baumgartner TA. Estimating the stability reliability of a score. *Meas Phys Educ Exerc Sci* 2000;4:175-8.
- Aiken LR. Content validity and reliability of single items or questionnaires. *Educ Psychol Meas* 1980;40:955-9.
- Aiken LR. Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings. *Educ Psychol Meas* 1985;45:131-42.
- Black TR. Doing quantitative research in the social sciences: An integrated approach to research design, measurement and statistics. New York: Sage; 1999.
- Sanchez Oliver A, Miranda Leon MT, Guerra-Hernández E. Prevalence of protein supplement use at gyms. *Nutr Hosp* 2011;26:1168-74. DOI: 10.1590/s0212-16112011000500037
- Schroder H, Navarro E, Mora J, Seco J, Torregrosa JM, Tramullas A. The type, amount, frequency and timing of dietary supplement use by elite players in the First Spanish Basketball League. *J Sports Sci* 2002;20:353-8. DOI: 10.1080/026404102753576134
- Martínez-Sanz JM, Sospedra I, Ortiz CM, Baladia E, Gil-Izquierdo A, Ortiz-Moncada R. Intended or unintended doping? A review of the presence of doping substances in dietary supplements used in sports. *Nutrients* 2017;9. DOI: 10.3390/nu9101093



## Trabajo Original

Epidemiología y dietética

### Studying food security among students: a comparative case study between public and private universities in Quito-Ecuador

*Seguridad alimentaria en estudiantes: estudio de casos comparativo entre una universidad pública y una privada en Quito-Ecuador*

David Eche<sup>1</sup> and María Hernández-Herrera<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agricultural Sciences. Central University of Ecuador. Quito, Ecuador. <sup>2</sup>Faculty of Communication and Audiovisual Arts. University of The Americas. Quito, Ecuador

#### Abstract

**Introduction:** food security (FS) has become a global concern. However, despite the implementation of international policies to promote it, very little is being done to understand the food security, health and nutrition issues in young populations at the university level.

**Aim:** to explore the state of food security among two different student populations from private and public universities in Quito, Ecuador.

**Methods:** this quantitative study includes students from most of the faculties. A total of 730 students were surveyed at the University of The Americas (private) and Central University of Ecuador (public), Quito, Ecuador.

**Results:** according to our results, there is a wide socioeconomic difference among households and students from both institutions; almost 50% of the all surveyed population are food insecure due to the increase of food prices, household food spending and economic restrictions. The results show that student's populations with good food access are food insecure. But, also, food insecurity affects students from households with low income, to the point they have to skip at least a meal a week.

**Conclusion:** the findings here show that students from private universities are as food insecure as public university students, despite having better food access. Having good food access and food availability does not mean there is more food security among students.

#### Key words:

Food insecurity.  
Nutrition. Health  
education.

#### Resumen

**Introducción:** la seguridad alimentaria (FS) se ha convertido en una preocupación global. Sin embargo, a pesar de la implementación de políticas internacionales para promoverla, se está haciendo muy poco para comprender la seguridad alimentaria, la salud y los problemas de nutrición en poblaciones jóvenes a nivel universitario.

**Objetivo:** explorar el estado de la seguridad alimentaria entre dos poblaciones estudiantiles diferentes de universidades privadas y públicas en Quito, Ecuador.

**Métodos:** este estudio cuantitativo incluye estudiantes de la mayoría de las facultades. Un total de 730 estudiantes fueron encuestados, procedentes de la Universidad de Las Américas (privada) y la Universidad Central del Ecuador (pública), Quito, Ecuador.

**Resultados:** el estudio encuentra que existe una amplia diferencia socioeconómica entre los hogares y estudiantes de ambas instituciones. Casi el 50% de la población estudiada presenta inseguridad alimentaria debido al aumento de los precios de los alimentos, el gasto en alimentos de los hogares y las restricciones económicas. Los resultados muestran que las poblaciones de estudiantes con buen acceso a los alimentos tienen inseguridad alimentaria. Pero, también, la inseguridad alimentaria afecta a los estudiantes de hogares con bajos ingresos, hasta el punto de que deben saltarse al menos una comida a la semana.

**Conclusión:** los hallazgos muestran que los estudiantes de la universidad privada tienen inseguridad alimentaria al igual que los estudiantes universitarios de la institución pública, a pesar de tener un mejor acceso a los alimentos. Tener un buen acceso a los alimentos y disponibilidad de alimentos no significa que haya más seguridad alimentaria entre los estudiantes.

#### Palabras clave:

Inseguridad  
alimentaria. Nutrición.  
Educación para la  
salud.

Received: 16/03/2018 • Accepted: 16/04/2018

Eche D, Hernández-Herrera M. Studying food security among students: a comparative case study between public and private universities in Quito-Ecuador. *Nutr Hosp* 2018;35(6):1372-1378

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1919>

#### Correspondence:

David Eche. Faculty of Agricultural Sciences. Central University of Ecuador. Benjamín Chávez y Jerónimo Leiton. EC170521 Quito, Ecuador  
e-mail: [mdeche@uce.edu.ec](mailto:mdeche@uce.edu.ec)

## INTRODUCTION

---

Food security (FS) has become a global concern and a critical future challenge in the face of climate change, rapid population growth, environmental degradation and economic and food crises. The 1996 World Food Summit stated that “food security exists when all people, at all times, have physical and economic access to sufficient, safe and nutritious food that meets their dietary needs and food preferences for an active and healthy life” (1).

In this context, Ecuador recognizes in its 2008 National Constitution the right to food as an independent right applicable to all people, stating as follows: “Individuals and communities have the right to secure a permanent access to healthy, sufficient and nutritious food” (2). From a global perspective, FS and the eradication of hunger are at the center of the current sustainable development goals (SDG) (3). However, despite the implementation of international policies to promote and foster food security worldwide by international development agencies, very little is being done to understand or to tackle the food security, health and nutrition issues in young populations at the university level. On the other hand, food security studies, food policies and international development discussions and projects are barely considering the food in-security state of young university students.

Although Ecuador, due to its own agriculture diversity and food production, is a food secure country, imports and keeps sufficient food to provide with minimum international nutritional standards (the food offer is represented by the average increase of GDP from agriculture at a 4.9% per year, in relation to 1.5% annual population growth), this is not the case for poor people. The 2013-2014 living conditions survey (ECV acronyms in Spanish) found that 25.8% of the population suffers from poverty by consumption (this concept applies to households with incomes or consumption below the value of a basket of goods that allows the satisfaction of basic needs at a low cost), which is 47.3% and 15.5% in the rural and urban areas, respectively. Additionally, three out of ten households do not have access to a food basket to cover the minimum calorie demand (4). Poverty is the main determinant for food insecurity, and the current food insecurity is related to former childhood food insecurity, therefore undernourishment, which is related to food insecurity, has become a major world problem, especially in developing countries (5).

In the Ecuadorian context, this problem is mostly located in the rural areas, affecting 9% of the population, in contrast to 5.1% in the urban areas; it is more severe among children younger than five years (25.8%) and in indigenous regions (50%) (6). These two demographic-ethnic groups are to be considered as the most vulnerable. Moreover, rising rates of nutrition-related diseases (e.g., diabetes, obesity, allergies, heart and vascular diseases, etc.) will have far-reaching social and health consequences for Ecuadorian society.

Food security is understood as the capability of individuals and communities to have physical availability of food, economic access to food, and utilization of food (FAO) (1). The lack of adequate resources for people to feed themselves is defined as food insecurity (7). The USDA has described the levels of food security,

which can go from high to marginal food security, as well as food insecurity, which is portrayed as low and very low food security.

In urban areas, food insecurity is related to the availability of economic means to afford or have access to a basket of goods that covers the minimum calorie requirements of the household. In regard to the state of food security among university students, research conducted in small-scale studies has discovered the prevalence of food insecurity among students at universities in the United States.

To give a few examples: 21% of students at the University of Hawaii were considered to be food insecure (8); at Bowling Green State University in Ohio, 19% of the students participants were found to be food insecure due to financial dependence (9); food insecurity was detected in 59% of the students at the Western Oregon University; and the City University of New York (10) and the University of California (11) found that 39% and 32% of their students are experiencing food insecurity, respectively. Additionally, these data show that the perseverance of food insecurity in the student population is higher than the 14% national average (12). Other limited studies in Canada (13), Australia (14) and South Africa (15) have identified food insecurity in students as a hidden threat, which places them at a higher risk than the general population. Food insecurity, however, has the potential to impact academic performance, psychosocial function and health, as well as to produce public detrimental outcomes on student's success at any age and level (16).

There are currently no published studies that focus on the food insecurity of students and its repercussions on educational outcomes, in Ecuador. This research aims at framing the food security and determining the food insecurity determinants of students between two different public and private high education institutions located in Quito.

## METHODS

---

The evaluation of food security between two large universities is the beginning of a project that aims at collecting broader information from other universities, to develop a clearer food insecurity panorama of students in Ecuador. The selected public university for this study has more than 30,000 students and the private university has a population of around 18,000 students. This cross-sectional study includes students from most of the faculties; a total of 730 students were surveyed in both universities. The sample size was calculated to provide sufficient power to detect statistical differences among two proportions (e.g., public vs private). In addition, the study had the assistance from trained students in the Scientific Research Method field at both universities. The questionnaire was tested in a pilot survey to calibrate the questions according to the group population. Consequently, the questionnaires were collected by trained students from students inside the university campuses in a random manner without any screening process, in order to obtain a representative sample.

The primary data were collected using a survey with quantitative close-ended questions in the frame of the four dimen-

sions of food security: availability, access, use and utilization (i.e., food quantity and food quality), and stability of food. It also assess relevant socio-demographic and economic factors, households malnutrition (undernourishment and obesity) associated with food insecurity and hunger in university students. Descriptive statistics, parametric tests and, where appropriate, crosstabulations with Chi-square and independent t-test analyses were conducted using the statistical package SPSS (version 21.0). Chi-square analysis (or Fisher's exact probability test for small cell counts) helps to determine the statistical association between food insecurity and an array of socioeconomic and demographic attributes. Moreover, the independent t-test as an analysis of dependence finds the influence of the independent variable on the dependent variable.

## RESULTS

The descriptive analyses of the socioeconomic and demographic variables show the difference among students from the two universities; specifically, there is a predominance of female population in both institutions and a double fold difference regarding household income, where households that choose private universities have better incomes. Taking the 2018 basic family food basket value in consideration (US \$711), lower income households can get 1.14 food baskets whilst better-off households can get 2.25, which increases the food access capability.

### FOOD AVAILABILITY

It is one of the dimensions of food security which needs to be guaranteed by governments to provide local or imported foodstuff in good quality and quantity conditions (1). The gastronomic offerings to students inside and outside the campus are varied, including fast food, lunch meals and *à la carte*. Regarding the sources of the food options: 38% of public students go home for lunch, 9% eat at a restaurant and 49% get their food from both home and restaurant. Students at the private university are in a similar situation, 40% eat at home, 8% at the restaurant and 46% eat at both places.

From a structural perspective, in order to understand food availability inside the universities, both have several snack stalls and faculty restaurants that serve fast and slow-food; however, they lack of adequate lunch rooms for students as the private university has coffee-break rooms for academic and administrative staff while the public has not. Therefore, it limits students to bring food from home and reduces food availability, particularly for those coming from low-income households.

### FOOD ACCESS

In urban centers, food access is very dependent on economic assets and expenses (1). Students rely on household income for

buying food and other needs. Therefore assessing the average of household income frames the economic access to food by the students. There is a broad difference in the average household income between students from the public (US \$813; SD = 514.08) and private (US \$1,601; 1,774.95), which is reflected on the university money given to the students by their parents. Students at public universities receive a daily average of US \$4.32 (SD = 2.49) whereby US \$2.57 (SD = 1.32) are spent on food and beverages; students from the private university expend US \$3.97 (SD = 3.05) in food and beverages from the daily average of US \$6.89 (SD = 4.69) they receive.

Thus, students from the private university are spending 55% more money on food than students from the public university, and received 57.6% more money for their expenses. These results are somehow mirrored in the differences of the average number of meals consumed per day, as there were 3.3 meals/day for the public university students and 3.5 meals/day for the participants from the private university. Based on the Pearson correlation, there is a significant positive correlation ( $p < 0.001$ ) between household income and money spent on food by the respondent. In other words, the bigger the household income the greater is the amount of money spent on food at the public university. At the private university, there is no significant correlation ( $p = 0.137$ ), therefore, the amount of money spent on food has no relation with the household income. The difference between private and public participants' household income mean is not represented when it is compared to the money spent on food by the participants.

Regarding gender, an independent t-test was conducted to find out whether a statistical significance existed between the amount of money spent on food and gender. There was no indication of violation assumptions, and the results were not significant for both private  $t(357) = 0.459$ ,  $p = 0.647$  and public  $t(360) = 0.856$ ,  $p = 0.392$ . Hence, male and female were not associated with a statistically significantly larger expenditure of money on food. However, 46% from public and 45% from private stated that there is at least one day a week when they are not fulfilling their food demands due to the lack of food for economic restrictions.

Understanding how food access differs across types of universities is useful. Chi-square test results show there is a relation between food access and the type of university  $\chi^2(2, n = 730) = 9.903$ ,  $p = 0.007$ . This means that students from the private university have better food access in comparison to students from the public. Altogether, 46% of participants from both universities have good access to food, 39% of whom have very good access and 14%, acceptable access.

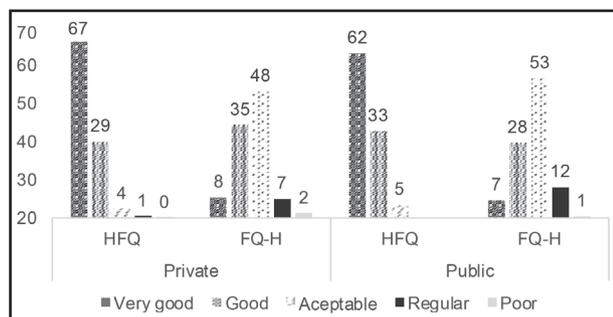
Subsequently, low food access increases the chances of students to eat at home, and their food security becomes dependent on the income and purchasing power capacity of the household. As low-income households barely cover the basic family food basket, students from these households are vulnerable to household economic shocks, which in turn as a strategy to reduce economic constraints and to increase food availability could take food from home, as long as universities provide tool and spaces for students to warm and eat their food.

**FOOD UTILIZATION**

This dimension is understood as the capacity of the body to observe nutrients from food. The nutrient intake depends on proper food preparation, a diverse diet, food availability at the household, good health and adequate nutrition practices. In this context, 67% of participants from the private university consider that home food quality is very good and food obtained from restaurants is acceptable for 48%. In comparison, 62% of the participants at the public university consider home food quality as very good and 53% consider restaurant food has acceptable quality (Fig. 1).

The diet composition based on the type of protein consumption and the frequency is different between both universities. The main source of protein is meat for 55% and 66% of participants from the public and private university, respectively, as well as the average consumption of meat is 4.7 and 5.2 times per week. Also, there is a lower consumption of dairy products by participants from the public (4.4 times/week) and public university (5.2 times/week). Furthermore, 92% of students from the public and private universities get fast food 2.3 and 2.4 times per week, respectively. French fries (48%) and *cevichochos* (it is a traditional street and market food, consisting on a sort of cocktail made up by an Andean pulse called chocho (*Lupinus mutabilis*) (other names include altramuz, Andean lupin, and pearl lupin) and roasted soft corn, mixed in sweet-sour tomato with onions and cilantro) (16.3%) are the fast food generally consumed by students from the public university, and hamburgers (32%) and pizza (23%) are consumed by private university participants. An additional food in the form of a snack is incorporated to the diet by 76% and 79% of participants from the public and private universities, respectively. Food diversification in the diet is complemented with the consumption of snack foods; students at the public university consume an average of one snack/day, in comparison to 1.3 snack/day at the private institution.

The availability of fast food places and restaurants in and around universities, with limited meal choices and the absence of healthy food options, has defined a consumption pattern among student populations toward poor quality food in terms of nutrition value (17). These new food preferences are considered as



**Figure 1.** Household food and restaurant food quality (HFQ: household food quality; FQ-H: food quality outside household). There are no respondents who consider that the household food quality is of poor quality.

unhealthy and they are characterized by a low fruit and vegetable consumption (18).

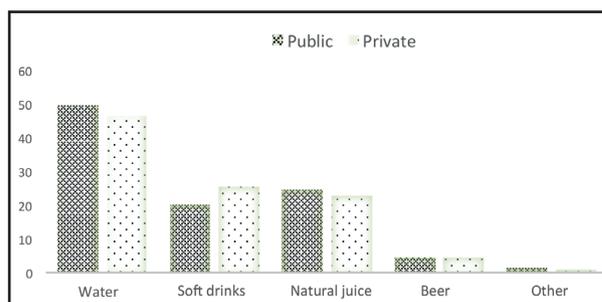
Other authors (19-21) have pointed out that the consumption of this type of foods confirms the increasing presence of the Occidental diet in students, which is based on the intake of high quantities of meat, sweets, carbohydrates, fats and carbonate beverages. Case studies in Argentina (22,23) and Brazil (24) show that university students are facing a nutritional transition due to economic and demographic changes which have replace the consumption of traditional dishes and foods with high-calorie industrial foods which increase malnutrition diseases.

As a counter measure, Ecuador has designed and implemented a mandatory graphic front-of-packing labeling in a traffic light manner. It aims at guaranteeing people’s right to clear and precise information about the contents and characteristic of food, helping consumers to make better food choices. It is composed by colors and stripes, each color (red, yellow and green) representing the concentration (low, medium and high) of sugar, salt and fats; it also warns about the presence of genetic modified organisms (GMO) and non-caloric sweeteners in the food products.

Malnutrition-related problems affecting society have become a public health priority. The 2012 National Survey of Health and Nutrition (ENSANUT) showed that overweight and obesity affect all population ages; 8.6% of children aged under five, 30% of school children (5-11 years old), 26% of teenagers (12-19) and 63% of the adult population (19-60) present these problems (25). High processed foods have displaced the traditional diet, and the consumption of these products is five times bigger and caloric beverages almost threefold in developing countries in contrast to developed countries (26). The surveyed students stated that 48% drink water, 22.7% drink soft drinks and 23.6% consume natural juices. The differences are that students at that private university consume more soft drinks than the comparison population. In contrast, students at the public university tend to drink more natural juices than soft drinks (Fig. 2).

**FOOD STABILITY**

To analyze this dimension, food has to be provided in a regular basis in order to maintain a good nutritional status, notwithstanding,



**Figure 2.** Drinks consumed by students from both universities.

environmental, economic and political stressors can alter this condition. The increase of food prices destabilized the food security of the households. In this regard, 86% and 89% of students from the public and private universities, respectively, consider there has been an increase of food prices during a year (Table II). This indeed can have a decreasing effect on food availability and food stability for students and their families, exposing them to food impacts that could produce an array of problems, from malnutrition to learning capabilities.

Food security stability also demands the implementation of food nutrition and dietetics education programs. In both case studies, nine of ten students do not receive any nutritional or food security-related information or program from the community and the university. More specific questions gather information about household undernourishment; 16% and 20% respondents this problem with at least one of the household members, as well as 32% and 35% at public and private universities are considered to have a family member in an overweight/obesity condition.

## FOOD INSECURITY DETERMINANTS AND RISKS

After describing food security pillars, and based on them, students were asked whether they considered their food status as secure or insecure. In this regard, half of the participants from both universities stated that they are in risk of food insecurity (public 50% and private 51%). Deeper analyses showed in table III depict the relation between food access levels and the risk of food insecurity. Chi-square test results determined that there is a significant relationship between these two variables ( $\chi^2 [2, n = 365] = 9.04, p = 0.011$ ). Therefore, lower food access represents higher predominance of food insecurity. From the population sur-

veyed, students who consider to have a good access to food (28.8%) were more likely to be in risk of food insecurity at the public. Private university students face a similar situation ( $\chi^2 [2, n = 365] = 8.017, p = 0.018$ ); participants with good food access (22%) were more likely to be at risk of food insecurity.

The main underlying causes of food insecurity are the low household income of public students and the wide differences among incomes between private and public, which is reflected on the quantity of money given by parents to students to access food. Subsequently, food access is limited by the lack of lunchrooms with adequate equipment to warm food brought from home in both institutions; therefore, students rely on restaurants food quality, which mostly is not considered as healthy due to their contents (fast food) or the lack of nutrients for overcooking the meals (slow food). This shows the latent food insecurity at universities, which can go from *transitional to permanent food insecurity if food access decreases* by household or nation economic shocks.

## DISCUSSION

In order to help fight and overcome malnutrition in all of its forms at the university level, the results of this study, which acknowledges the state of student's food security and its main determinants, will help improving student's academic performance and human development in the short and long term, as it has been demonstrated by other authors (27,28) that good academic performance is inversely associated with food insecurity. Food insecurity is a measure of household's economic constraints to provide an adequate and stable food supply (29). A thorough analysis of the data showed that students' food availability depends on the food provided by the households, and this depends on the family income.

**Table I.** Socio economic characteristics of students from both universities

Variable	Indicator	Public (n = 365)		Private (n = 365)	
		Mean	SD	Mean	SD
Age	Years	21.50	2.20	20.70	2.29
<i>Gender:</i>					
Male	%	46.60	-	40.00	-
Female	%	52.60	-	58.42	-
Civil status: single	%	96.40	-	95.30	-
<i>Mestizo children:</i>					
Yes	%	5.80	-	4.70	-
No	%	94.20	-	95.30	-
Household size	*p	<i>4.41</i>	1.26	<i>3.99</i>	<i>1.18</i>
Employed	%	<i>15.90</i>		<i>11.50</i>	-
Unemployed	%	84.10		88.50	
Income household	USD	<i>39.90</i>	123.01	<i>43.8</i>	<i>153.24</i>
Income	USD	812.70	514.08	<i>1,601.46</i>	<i>1,774.95</i>

Main differences are shown in italics. \*p: number of people.

**Table II. Food security dimensions measures and values**

	Variable	Indicator	Public (n = 365)	Private (n = 365)
Food availability	Home	%	37.80	40.30
	Restaurant	%	9.30	7.70
	Both	%	49	46
	Street food	%	3.08	6
Food access	Family income	USD	812.70	1,601.46
	University money	USD	4.32	6.89
	U. money on food	USD	2.57	3.97
	Meals per day	average	3.35	3.58
	Lack of food	(yes)	45.50	44.90
Utilization	Meat	%	54.80	66.3
	Milk	%	19.50	13.70
	Eggs	%	9.30	10.10
	Legumes	%	13.70	6.60
	Other	%	2.70	3.30
	Meat consumption	Times/week	4.74	5.21
	Dairy consumption	Times/week	4.41	5.36
	Eat fast food	%	92.3	91.5
	Fast food consumption	Times/week	2.33	2.45
	Eat snacks	%	75.90	78.90
Stability	Food prices increase	%	86.30	88.50
	Food consumption Increase	%	32.10	35.90
	Decrease	%	26	24.90
	Equal	%	41.90	39.20
	Nutrition program at community	No %	88.80	79.50
	Nutrition program at University	No %	91	83.30

Main differences are shown in italics. The percentage of nutrition programs at the community and university are referred to the lack of these social programs in both places where students grow.

**Table III. Test and results of variable analysis between universities**

	Public	Private	Test
Household income and money spent on food	<i>000*</i>	0.137	Pearson correlations
Money spent on food and gender	0.392	0.647	Independent samples test
Food access and food insecurity risk	<i>0.011<sup>†</sup></i>	<i>0.018<sup>†</sup></i>	Chi-square tests
Type of university and food access	<i>0.007<sup>†</sup></i>		Chi-square tests

Main differences are shown in italics. \*Highly significant at 0.001. <sup>†</sup>Significant at 0.05. The effect of money spent on food based on student's gender.

Food security in urban areas depends on the availability of economic means, however, the findings here show that, besides the gap between students' household income and a better food access for those studying at the private university, more than half of both surveyed populations are food insecure. These results are pretty similar to those of a study conducted in a midsize rural university in the state of Oregon,

USA, where 59% of students were food insecure in the past 12 months and this situation affected their academic performance (27). Moreover, food insecure students are more likely to reduce food quality and diet variability and purchase more fast food than food secure students (30).

Food security depends also on the food availability provided by the households (lunch); driven by quality, economic, and

infrastructural reasons, some students rather eat at home. The increase of income and food availability influences food choices; students from private universities with more means to access food consume more fast-food than students in the public, where they opt for healthier choices. This study found that, in average, nine out of ten students consume fast food. A study of the student population at the University of Texas, USA (31), demonstrated that fast food choices (81%) are higher than healthier choices (55%).

This proves that, in the academic realm, having good food access and food availability does not translate into a higher food security status among students, and this paradox raises due to the incapability of breaking the malnutrition pipe line along the education system. In fact, due to food access capability, university students have the choice to improve their food security, however, the high percentage of fast food consumers is the result of the lack of food nutritional values knowledge, reading of front-of-packing labeling, and education programs at the community and university, which should be designed together with adequate physical structures for food service under the food security conceptual framework.

## REFERENCES

1. Food Agriculture Organization (FAO). Rome Declaration on World Food Security and World Food Summit Plan of Action. November 13th, 1996. Cited on Oct 2nd, 2017. Available from: <http://www.fao.org/docrep/003/w3613e/w3613e00.HTM>
2. National Assembe of Ecuador. Constitution of the Republic of Ecuador. 2008. Cited on October 3rd, 2017. Available from: <http://pdba.georgetown.edu/Constitutions/Ecuador/english08.html>
3. Food Agriculture Organization (FAO). Climate change and food security: risks and response; 2016. Cited on October 9th, 2017. Available from: <http://www.fao.org/3/a-i5188e.pdf>
4. National Institute of Statistics and Census. Encuesta de Condiciones de Vida Sexta Ronda 2013-2014. Cited on October 10th, 2017. Available from: [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/ECV/Presentacion\\_Encuesta\\_Condiciones\\_Vida.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/ECV/Presentacion_Encuesta_Condiciones_Vida.pdf)
5. Food Agriculture Organization (FAO). The state of food and agriculture: climate change, agriculture and food security; 2016. Cited on October 9th, 2017. Available from: <http://www.fao.org/3/a-i6030e.pdf>
6. Calero CJ. Seguridad alimentaria en Ecuador desde un enfoque de acceso a alimentos. Quito: Abya-Yala; 2011.
7. United States Department of Agriculture. Definitions of food security; 2017. Cited on October 30th, 2017. Available from: [https://www.ers.usda.gov/topics/food-nutrition-assistance/food-security-in-the-us/definitions-of-food-security.aspx#\\_UpOpRXdjuSo](https://www.ers.usda.gov/topics/food-nutrition-assistance/food-security-in-the-us/definitions-of-food-security.aspx#_UpOpRXdjuSo)
8. Chaparro MP, Zaghoul SS, Holck P, Dobbs, J. Food insecurity prevalence among college students at the University of Hawaii at Manoa. *Public Health Nutr* 2009;12(11):2097-103. DOI: 10.1017/S1368980009990735
9. Koller K. Extent of BGSU student food insecurity and community resource use; 2014. Cited on November 3rd, 2017. Available from: <http://scholarworks.bgsu.edu/honorsprojects/144>
10. Freudenberg N, Manzo L, Jones H, Kwan A, Tsui E, Gagnon M. Food insecurity at CUNY: results from a survey of CUNY undergraduate students; 2011. Cited on November 6th, 2017. Available from: <http://web.gc.cuny.edu/che/cunyfoodinsecurity.pdf>
11. Lerer SI. Altering the landscape of food insecurity: creating a campus food pantry. Special lecture. NASPA Western Regional Conference, 6-9th Nov, 2013. Salt Lake City, UT.
12. Coleman-Jensen A, Rabbitt MP, Gregory CA, Singh A. Household food security in the United States in 2015. *ERR* 2016;215. Cited on November 22nd, 2017. Available from: <https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/79761/err-215.pdf?v=42636>
13. Nugent M. Journeys to the food bank: exploring the experience of food insecurity among postsecondary students (unpublished Masters of Science thesis on the internet]. Alberta: University of Lethbridge; 2011. Cited on November 24th, 2017. Available from: <https://www.uleth.ca/dspace/bitstream/handle/10133/3228/nugent,%20mary.pdf?sequence=1>
14. Hughes R, Serebryanikova I, Donaldson K, Leveritt M. Student food insecurity: the skeleton in the university closet. *Nutr Diet* 2011;68(1):27-32. DOI: 10.1111/j.1747-0080.2010.01496.x
15. Van den Berg L, Raubenheimer J. Food insecurity among students at the University of the Free State, South Africa. *S Afr J Clin Nutr* 2015;28(4):160-9.
16. Pérez-Escamilla R, Pinheiro de Toledo R. Food insecurity and the behavioral and intellectual development of children: a review of the evidence. *J Appl Res Child* 2012;3(1):1-18.
17. Pastor R, Bibiloni MM, Tur JA. Food consumption patterns among university students in Zamora. *Nutr Hosp* 2017;34(6):1424-31. DOI:10.20960/nh.1147
18. Pi RA, Vidal PD, Brasseco BR, Viola L, Aballay LR. Nutritional status in university students: its relation to the number of daily intakes and macronutrients consumption. *Nutr Hosp* 2015;31(4):1748-56. DOI:10.3305/nh.2015.31.4.8399
19. Durán S, Castillo M, Vio F. Differences in university students' quality of life in the Antumapu Campus throughout 2005-2007. *Rev Chil Nutr* 2009;36(3):200-9. DOI:10.4067/S0717-75182009000300002
20. Peña L, Cano A, Burguete A, Castro L, León M, Castellanos A. Differences in the nutritional status between foreign and local university students. *Nutr Clin Diet Hosp* 2009;29(2):40-5.
21. Pulido MA, Coronel M, Vera F, Barousse T. Salud física, hábitos alimentarios y ejercicio en estudiantes de licenciatura de la Universidad Intercontinental. *Rev Intercontinental Psicol Educ* 2011;13(1):65-82.
22. De Piero A, Bassett N, Rossi A, Sammán N. Trends in food consumption of university students. *Nutr Hosp* 2015;31(4):1824-31. DOI:10.3305/nh.2015.31.4.8361
23. Sagués Y, Ammazini GE, Ayala M, Cetrángolo MP, Martello ML, Sobol D, et al. Alimentary habits and risk factors in university students from the city of Buenos Aires. *Actualización Nutr* 2009;10(1):49-57.
24. Freitas H, Ramos V. Energy intake from ultra-processed food among adolescents. *Rev Paul Pediatr* 2017;35(1):54-60. DOI: 10.1590/1984-0462/;2017;35;1;00001
25. National Institute of Statistics and Census. Encuesta Nacional de Salud, Salud Reproductiva y Nutrición (ENSANUT); 2013. Cited on March 14th, 2018. Available from: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/category/ensanut/>
26. OPS/OMS, FAO, CEPAL, IICA. Una mirada integral a las políticas públicas de agricultura familiar, seguridad alimentaria, nutrición y salud pública en las Américas: acercando agendas de trabajo en las Naciones Unidas; 2014. Cited on March 14th, 2018. Available from: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/rlc/eventos/231982/doc\\_20140509\\_es.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rlc/eventos/231982/doc_20140509_es.pdf)
27. Patton-López MM, López-Cevallos DF, Cancel-Tirado DI, Vázquez L. Prevalence and correlates of food insecurity among students attending a midsize rural university in Oregon. *J Nutr Educ Behav* 2014;46(3):209-14. DOI:10.1016/j.jneb.2013.10.007
28. Morris L, Smith S. The prevalence of food security and insecurity among Illinois University Students. Response letter. *J Nutr Educ Behav* 2016;48(9):680. DOI: 10.1016/j.jneb.2016.07.017
29. Bickel G, Nord M, Price C, Hamilton W, Cook J. Guide to Measuring Household Food Security, Revised 2000. Alexandria: U.S. Department of Agriculture, Food and Nutrition Service; 2000.
30. Martínez SM, Maynard K, Ritchie LD. Student food access and security study. Oakland: Nutrition Policy Institute; 2016.
31. Biediger-Friedman L, Sánchez B, He M, Guan J, Yin Z. Food purchasing behaviors and food insecurity among college students at the University of Texas at San Antonio. *J Food Security* 2016;4(3):52-7. DOI:10.12691/jfs-4-3-1



## Trabajo Original

Epidemiología y dietética

### Food insecurity was associated with low quality diet and low HDL level in mothers of Northwest Mexico relying on fisheries for livelihood

*La inseguridad alimentaria se asoció con una dieta de baja calidad y bajo nivel de HDL en madres de familia del noroeste de México que dependen de la pesca como medio de subsistencia*

Karla D. Murillo-Castillo<sup>1</sup>, Edward A. Frongillo<sup>2</sup>, Verónica López-Teros<sup>1</sup>, Michelle M. Haby<sup>1</sup>, María A. Corella-Madueño<sup>1</sup>, Rolando G. Díaz-Zavala<sup>1</sup> and Trinidad Quizán-Plata<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemical and Biological Sciences. University of Sonora. Hermosillo, Sonora. Mexico. <sup>2</sup>Department of Health Promotion, Education, and Behavior. Arnold School of Public Health. University of South Carolina. Columbia, South Carolina. United States

#### Abstract

**Background:** food insecurity occurs when quality and quantity of food is insufficient for maintaining healthy nutritional and food profiles.

**Objectives:** to determine if food insecurity is associated with dietary and biochemical measures in mothers of the northwest of Mexico, which relies primarily on fisheries for livelihood.

**Methods:** a cross-sectional study was conducted with 116 mothers of the Northwest of Mexico. A socioeconomic survey, food security scale, and two non-consecutive 24-hour recalls were applied. Anthropometric measurements were made and hemoglobin, glucose and cholesterol levels were measured. The association between key measures and food insecurity was assessed using logistic and linear regression.

**Results:** two-thirds (68%) of households experienced food insecurity. Mothers with mild insecurity had 3.7 and 3.2 times higher odds of not consuming fruits and vegetables, respectively, and 4.9 times higher odds of consuming sweetened non-dairy drinks ( $p = 0.04$ ; 0.04 and 0.05, respectively). In addition, they consumed less protein ( $\beta = -3.22\%$ ;  $p < 0.01$ ) and more carbohydrates ( $\beta = 6.04\%$ ;  $p = 0.02$ ) compared with mothers with food security. Mothers with severe insecurity consumed less iodine ( $\beta = -24.41 \mu\text{g}$ ;  $p = 0.03$ ) and had lower levels of HDL cholesterol ( $\beta = -12.01 \text{ mg/dl}$ ;  $p = 0.03$ ) than mothers with food security.

**Conclusions:** food insecurity was associated with low quality diet and low levels of HDL cholesterol in mothers of Northwest Mexico relying on fisheries for livelihood.

#### Key words:

Food insecurity.  
Dietary measures.  
Biochemical  
measures. Mothers  
of Northwest Mexico.  
Fisheries.

#### Resumen

**Introducción:** la inseguridad alimentaria ocurre cuando la calidad y la cantidad de alimentos son insuficientes para mantener un perfil nutricional y alimentario saludable.

**Objetivos:** determinar si la inseguridad alimentaria está asociada con indicadores dietéticos y bioquímicos en madres del noroeste de México que dependen principalmente de la pesca como medio de subsistencia.

**Métodos:** se realizó un estudio transversal con 116 madres del noroeste de México. Se aplicó una encuesta socioeconómica, una escala de seguridad alimentaria y dos recordatorios de 24 horas. Se realizaron mediciones antropométricas y se midieron los niveles de hemoglobina, glucosa y colesterol. La asociación entre las medidas clave y la inseguridad alimentaria se evaluó mediante regresión logística y lineal.

**Resultados:** dos tercios (68%) de los hogares experimentaron inseguridad alimentaria. Las madres con inseguridad leve tuvieron una probabilidad 3,7 y 3,2 veces mayor de no consumir frutas y verduras, respectivamente, y 4,9 veces más probabilidad de consumir bebidas endulzadas no lácteas ( $p = 0,04$ ; 0,04 y 0,05, respectivamente). Además, consumieron menos proteínas ( $\beta = -3,22\%$ ;  $p < 0,01$ ) y más carbohidratos ( $\beta = 6,04\%$ ;  $p = 0,02$ ) en comparación con madres con seguridad alimentaria. Las madres con inseguridad severa consumieron menos yodo ( $\beta = -24,41 \mu\text{g}$ ;  $p = 0,03$ ) y tuvieron niveles más bajos de colesterol HDL ( $\beta = -12,01 \text{ mg/dl}$ ;  $p = 0,03$ ) que las madres con seguridad alimentaria.

**Conclusiones:** la inseguridad alimentaria se asoció con una dieta de baja calidad y bajos niveles de colesterol HDL en madres del noroeste de México que dependen de la pesca como medio de vida.

#### Palabras clave:

Seguridad  
alimentaria.  
Indicadores  
dietéticos. Medidas  
bioquímicas. Madres  
de familia del  
noroeste de México.  
Pesca.

Received: 18/03/2018 • Accepted: 07/08/2018

Murillo-Castillo KD, Frongillo EA, López-Teros V, Haby MM, Corella-Madueño MA, Díaz-Zavala RG, Quizán-Plata T. Food insecurity was associated with low quality diet and low HDL level in mothers of Northwest Mexico relying on fisheries for livelihood. *Nutr Hosp* 2018;35(6):1379-1386

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1923>

#### Correspondence:

Trinidad Quizán Plata. Department of Chemical and Biological Sciences. University of Sonora. Boulevard Luis Encinas y Rosales, s/n. Colonia Centro. 83000 Hermosillo, Sonora. Mexico  
e-mail: [trinidad.quizan@unison.mx](mailto:trinidad.quizan@unison.mx)

## INTRODUCTION

---

Food security exists “when all people, at all times, have physical, social, and economic access to sufficient, safe, and nutritious food to meet their dietary needs and food preferences for an active and healthy life” (1). This definition covers many of the dimensions and components of food security, including temporality and shocks; physical, social, and economic access to food; sufficient quantity and quality of food to meet nutritional requirements; the safety of food; and the ability of individuals to make choices and consume culturally acceptable and preferred foods (1). Food insecurity is experienced by households and individuals when there is uncertainty about future food availability and access, insufficiency of the amount and kinds of foods (quality) required for a healthy lifestyle, or the need to use socially unacceptable ways to acquire food (1).

In Mexico, according to the National Health and Nutrition Survey of 2012, the prevalence of food insecurity was 69.8% among Mexican households (2). The survey reported mild food insecurity in 41.6%, moderate food insecurity in 17.7%, and severe food insecurity in 10.5%. According to these data, 28.2% of households reduced the amount of food consumed and/or an adult or child spent a whole day without eating (2). This high prevalence of food insecurity is important because food insecurity is manifested physically and emotionally through symptoms that lead to a deterioration in well-being and quality of life (3).

When Mexican mothers living in high marginality conditions have a little extra money, they buy seasonal fruits because they are inexpensive, but they prefer that their children consume them. Also, mothers buy certain foods (e.g., bread and pasta) because they perceive that they will produce a feeling of satiety (4,5). Food-insecure households have greater availability of maize, wheat, eggs and sugar, but less availability of fresh fruits and vegetables, lean meats, chicken, fish, and milk (6).

Overweight, obesity, and weight loss are problems associated with food insecurity. Women in their role as mothers may consume a less varied diet even though they know it is not healthy for them (4,5). Food insecurity in adult women is associated with low high-density lipoprotein (HDL) cholesterol and high low-density lipoprotein (LDL) cholesterol, triglycerides, and glucose, increasing the risk of developing dyslipidemia and metabolic syndrome (7-11).

In coastal areas of Mexico, the fisheries sector is the main source of income. In the fisheries sector, the storage, transport, and distribution techniques are generally insufficient. These deficiencies force fishermen to sell most of the fish they catch at low prices, since they cannot preserve it in good condition for a long time. Consequently, their income, purchasing power and access to other nutrient-dense foods are limited, which may affect food security and economic development adversely, and reduce the social welfare of the population (12).

In addition, although coastal zones have been part of programs to improve food security, most of the strategies and objectives have focused only on the agricultural and livestock sectors, without making any recommendations for activities related to fishing. Programs aimed at improving food security must seek to reduce or

prevent the negative impacts on the population by reinforcing the survival mechanisms of the most vulnerable groups. In addition, they must begin with an initial phase of analysis to understand the vulnerability and need of the population to which they are directed. They should study the socio-economic, cultural, and natural factors that affect food security, as well as health and health conditions (12,13).

Therefore, the objective of this study was to determine if food insecurity is associated with dietary and biochemical measures of nutritional well-being in mothers of the Northwest coast of Mexico, which relies primarily on fisheries for livelihood. This information can serve as a starting point for the design, implementation, and evaluation of programs that seek to improve food security, adapted to the needs and culture of these coastal areas.

## MATERIAL AND METHODS

---

The study population consisted of mothers of Kino Bay, a fishing community located in the Northwest of Mexico. The study had a cross-sectional design and was approved by the Research Ethics Committee of the University of Sonora, Mexico. Sixty percent of the streets in the community were randomly selected. Each household of the selected streets was visited, inviting mothers of children attending elementary school (grades 1-5) to participate in the study. Informed consent was obtained from those who accepted to participate. One hundred sixteen mothers agreed to participate (90% of those eligible), and they were surveyed from September 2016 to September 2017. The biochemical assessment was performed in 60% of the sample.

A socioeconomic survey was administered, asking about the number of household members, marital status, schooling, work status, monthly income, and food expenditure. The Mexican Scale of Food Security (14) was administered. This scale consists of 12 items, each with two possible responses: whether the experience described occurred or not. With these items, households were classified into: a) food security (i.e., responded affirmatively to zero items on the scale); b) mild food insecurity (i.e., responded affirmatively to one to three items); c) moderate food insecurity (i.e., responded affirmatively to four to seven items); or d) severe food insecurity (i.e., responded affirmatively to eight to 12 items).

Two non-consecutive 24-hour dietary recalls were carried out; one of them was on the weekend. The amount of each food and drink consumed by the mother, including recipes and forms of preparation, was recorded. For the analysis of dietary information, nutrient composition tables (from the United States Department of Agriculture, Nutrition Labeling Software, and the National Institute of Medical Sciences and Nutrition Salvador Zubiran) and a manual for the dietary estimation procedure were used (15). We recorded the frequency of consumption of 14 food groups, using the methodology of the 2016 National Health and Nutrition Survey. To consider a food as consumed, mothers should have consumed  $\geq 10$  grams of such food. To consider a food group as consumed, mothers should have consumed it for two days. We also calculated the average intake of energy, macronutrients, and

micronutrients, and compared them with the recommendations for their age (16,17).

Weight, height, and waist circumference were measured according to internationally standardized procedures to obtain body mass index (BMI) and abdominal obesity. The classification of BMI was made according to the references of the World Health Organization (WHO) (18). The cut-off for high waist circumference to define abdominal obesity was > 80 cm according to the criteria for Mexican women of the Mexican Social Security Institute (16). For the biochemical analysis, fasting blood samples were taken to evaluate the concentrations of hemoglobin; total, HDL, and LDL cholesterol; and glucose.

For the statistical analyses, we used as independent variable the four categories of food security (i.e., food security, mild, moderate and severe food insecurity), where food security was the reference category. The dependent variables were the consumption of food groups, macronutrients, and micronutrients, and the concentration of hemoglobin and total cholesterol, HDL and LDL. Consumption of food groups was handled as a dichotomous variable. For food groups expected to have lower risk (i.e., fruits, vegetables, legumes, unprocessed meats, pure water, eggs, dairy products and cereals), 0 = consumed the food group and 1 = did not consume the food group. For the food groups expected to have higher risk (i.e., processed meats, fast food and greasy foods, snacks, sweets and desserts, sweet cereals, non-dairy beverages and sweetened non-dairy, and dairy drinks), the categorization was reversed. The age, head of household, household size, marital and employment status, and education level were used as adjustment variables. Due to non-normal distributions,  $\chi^2$  and Kruskal-Wallis tests were used for bivariate analyses. For the association between the dependent variables and the categories of food security, logistic and linear regression without and with logarithmic transformations were used; the results were the same, so the untransformed results are reported. The analyses were performed in Stata version 11 and NCSS version 11 programs. A p-value  $\leq 0.05$  was considered as statistically significant.

## RESULTS

Participating mothers had a mean  $\pm$  SD age of  $36.4 \pm 8.9$  years; BMI of  $31.5 \pm 6.6$  kg/m<sup>2</sup>, and waist circumference of  $101.9 \pm 17.2$  cm (Table I). The prevalence of overweight and obesity was 88.4% and the prevalence of abdominal obesity was 94.5%. Sixty-nine percent of mothers were housewives, 42% completed basic education, and 25% of them were head of household. Mothers reported a mean monthly family income of  $386 \pm 183$  USD, and used 80.7% of the total income for food acquisition. Two-thirds (68%) of mothers reported experiencing food insecurity, with 36% experiencing mild food insecurity, 21% moderate, and 11% severe.

The consumption of vegetables, legumes, unprocessed meats, eggs, and snacks, sweets and desserts was higher in food-secure households than in those with food insecurity on bivariate analyses, but the difference was only significant for

**Table I. Anthropometric, socio-demographic and economic characteristics of 116 mothers of the Northwest coast of Mexico**

Variables	Mean $\pm$ SD or %	Range
Age (years)	36.4 $\pm$ 8.9	22-65
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	31.5 $\pm$ 6.6	16.9-55.0
Waist circumference (cm)	101.9 $\pm$ 17.2	64-192
Abdominal obesity (%)	94.5	-
Overweight and obesity (%)	88.4	-
Household size	6 $\pm$ 2	2-12
Number of children	3 $\pm$ 1	1-8
Basic education (%)	42	-
Married or living in a common-law marriage (%)	91	-
Housewives (%)	69	-
Female headed households (%)	23	-
Monthly family income (USD)	385.9 $\pm$ 183.1	53.7-1,004.8
Monthly food expenditure (%)	80.7 $\pm$ 40.8	26.3-237.2

the consumption of vegetables (Table II). The intake of protein, added sugar, potassium, sodium, vitamin A and zinc differed significantly according to the category of food insecurity in bivariate analyses (Table III).

After adjusting for socio-demographic and economic variables, food insecurity was significantly associated with the consumption of fruits, vegetables, and sweetened non-dairy drinks (Table IV). Mothers with mild food insecurity had a 3.68 and 3.22 times higher odds of not consuming vegetables and fruits, respectively, and 4.87 times higher odds of consuming sweetened non-dairy drinks compared to mothers with food security. In addition, mothers with severe food insecurity had 7.95 times higher odds of not consuming vegetables compared to mothers with food security.

After adjusting for socio-demographic and economic variables, mothers with mild food insecurity had lower intake of protein ( $\beta = -3.22\%$ ,  $p < 0.01$ ), but higher intake of carbohydrates ( $\beta = 6.04\%$ ,  $p = 0.02$ ) compared to mothers with food security (Table V). In addition, mothers with severe food insecurity had lower intake of iodine ( $\beta = -24.41$   $\mu\text{g}$ ,  $p = 0.03$ ) than mothers with food security.

Overall, participants had normal hemoglobin ( $12.2 \pm 0.95$  g/dl), glucose ( $94.15 \pm 24.93$  mg/dl), and total cholesterol levels ( $178.30 \pm 31.07$  mg/dl), but they had inadequate levels of HDL ( $50.16 \pm 9.07$  mg/dl) and LDL cholesterol ( $114.38 \pm 31.24$  mg/dl). The levels of total and HDL cholesterol differed significantly between categories of food insecurity. Mothers with food security had 12.01 mg/dl more of HDL cholesterol than those with severe food insecurity (Table VI).

**Table II.** Frequency of food-group consumption according to the category of food insecurity in mothers of the Northwest coast of Mexico (n = 116)\*

Level of food (in)security	Food groups											
	Fruits	Vegetables	Legumes	Unprocessed meats	Pure water	Egg	Dairy products	Processed meats	Snacks, sweets and desserts	Cereals and tubers	Sweet cereals	Sweetened non-dairy drinks
Food security	57.1	39.4	33.3	33.3	45.8	34.9	33.3	39.4	46.7	33.0	50.0	33.3
Mild FI	19.0	31.8	26.2	30.6	20.8	27.9	40.0	39.4	33.3	35.1	36.4	37.6
Moderate FI	14.3	22.7	28.6	22.2	25.0	23.3	17.8	12.1	13.3	20.2	1.6	16.1
Severe FI	9.5	6.1	11.9	13.9	8.3	13.9	8.9	9.1	6.7	11.7	0.0	12.9
p	0.13	0.03	0.26	0.81	0.40	0.50	0.77	0.39	0.57	0.58	0.15	0.07

\*Values are percentages; significant difference ( $p \leq 0.05$ ) by Chi-square test. FI: food insecurity.

## DISCUSSION

Food insecurity was associated with low quality diet and low levels of HDL cholesterol in mothers of Northwest Mexico relying on fisheries for livelihood. Food insecurity was associated with a lower consumption of fruits and vegetables and a higher consumption of sweetened non-dairy drinks. Mothers from food-insecure homes had less frequent consumption of food groups rich in micronutrients (19-21).

Our findings are consistent with the low consumption of fruits and vegetables presented by the Mexican population. The most recent results of the National Health and Nutrition Survey of the Mexican population (ENSANUT, 2016) reported that only 42.3% of the adult population of the country consume fruits and vegetables. In addition, the consumption is below the average in rural locations and in the northern region of the country (including the Northwest of Mexico), being consumed by 35.8% and 34.6% of the population, respectively. Additionally, fruits were consumed by half of the Mexican adult population (51.4%), being higher in urban (53.5%) than rural (45.3%) locations (17). Other studies reported for the Northwest region of Mexico, especially in Sonora, have documented low consumption of fruits and vegetables. In 1997, a basket of food consumption for Sonora and its contribution of nutrients was determined. It was found that fruits and vegetables, except for those used as seasonings in stews (tomatoes, chili and onion), are not part of the usual meals and are of secondary importance for the Sonoran population (22).

In 2009, the causes, strategies, and consequences of food insecurity in families from urban, rural, border, and coastal areas of Northwest Mexico were analyzed. In that study, diets were high in total energy, saturated fat and sodium, as well as low in iron and vitamin A among the participants. This reflected a low consumption of fruits and vegetables and high food with high energy density, which satisfies the appetite, but not necessarily nourishes adequately (23). In 2013, the conceptions and experiences of food insecurity of women who represent low-income households in Northwest Mexico were studied. Participants recognized that fruits and vegetables were important for a healthy life, but could not acquire them due to their economic limitation (3). This same barrier for the consumption of fruits and vegetables was found in the ENSANUT 2016, in which it was observed that the main obstacle for eating healthy was the lack of money to buy fruits and vegetables (17). Other studies have also documented that the purchase of fruits and vegetables is lower as food insecurity is greater (24).

On the other hand, in Mexico, average individual consumption of sugar-sweetened beverages increased 60% between 1989 and 2006. In 2011, Mexico had the largest *per capita* consumption of soft drinks worldwide, estimated at 163 liters *per capita* per year (25). In 2012, the mean *per-capita* consumption of beverages was 382 kcal/d among adults aged  $\geq 20$  y. All beverages represent 19% of the total daily energy intake *per capita*. Caloric soda, caloric coffee/tea, and fresh water (natural fruit water sweetened with sugar) were the top three major contributors to the total daily energy intake *per capita* (26).

**Table III.** Intake of energy, macro and micronutrients according to the level of food insecurity in mothers of the Northwest coast of Mexico (n = 116)\*

Nutrient	Food security	Mild FI	Moderate FI	Severe FI	p
Energy, kcal	1,897 ± 610.9	1,926.4 ± 721.5	1,956.6 ± 823.1	1,534.7 ± 590.3	0.31
Protein, %	15.8	13.2	14.5	15.3	0.04
Fiber, g	20.2 ± 8.8	20 ± 7.1	21.7 ± 11.1	16.2 ± 7.5	0.41
Carbohydrates, %	49.8	53.3	51.4	45.8	0.11
Added sugars, g	79.8 ± 46.5	94.1 ± 59	74.2 ± 48.5	70 ± 44.3	0.02
Total fat <sup>‡</sup> , %	36.1	35.3	38.9	38.4	0.20
Saturated <sup>‡</sup>	24.5	20.8	25.7	16.6	0.08
Cholesterol, mg	416.5 ± 190.5	350.5 ± 212.4	382.7 ± 178.5	429.1 ± 176.1	0.46
Calcium, mg	845.4 ± 459.6	656.5 ± 232.7	722.7 ± 396.2	616.1 ± 277.4	0.25
Iron, mg	13.5 ± 4.8	13.7 ± 7.2	13.3 ± 6.6	10.3 ± 4.9	0.20
Potassium, mg	2,158.4 ± 933.4	1,954.2 ± 1,049.9	2,213.8 ± 1,139.9	1,398.8 ± 485.1	0.04
Sodium, mg	2,590.7 ± 1,105.7	2,023.6 ± 783.2	1,831.7 ± 947.9	1,862 ± 845.5	0.01
Vitamin A, µGer	1,240.6 ± 1,904.4	618.6 ± 617.9	965.6 ± 1,767.4	334 ± 94.2	0.01
Vitamin C, mg	129.2 ± 143.9	100.2 ± 120.5	133.8 ± 170.6	36.5 ± 33.6	0.06
Folate, µGef	443.6 ± 230.1	404 ± 196	472.5 ± 331.2	348 ± 153.7	0.61
Zinc, mg	11.3 ± 5.5	10 ± 6.9	10.7 ± 4.3	7.8 ± 3	0.02
Iodine, µg	35.8 ± 37.3	31.8 ± 20.2	31.3 ± 22.4	17 ± 14.5	0.07

\*Values are mean ± SD or percentages; significant difference (p ≤ 0.05) by Kruskal-Wallis test. FI: food insecurity. <sup>‡</sup>From total energy. <sup>‡</sup>From total fat.

**Table IV.** Logistic regression analysis between food insecurity and the consumption of food groups in mothers of the Northwest coast of Mexico (n = 116)\*

Level of food (in)security	Not consuming fruits		Not consuming vegetables		Consuming sweetened non-dairy drinks	
	AOR	p	AOR	p	AOR	p
Food security (reference)	1.0	-	1.0	-	1.0	-
Mild food insecurity	3.68	0.04	3.22	0.04	4.87	0.05
Moderate food insecurity	3.45	0.09	2.30	0.22	2.08	0.37
Severe food insecurity	1.66	0.56	7.95	0.01	3.20	0.24

Significant association p ≤ 0.05. \*Adjusted for head of household, household size, number of children, marital and employment status and education level.

**Table V.** Linear regression analysis between food insecurity and consumption of protein, carbohydrates, and iodine in mothers of the Northwest coast of Mexico (n = 116)\*

Level of food (in)security	Nutrients					
	Protein (%)		Carbohydrates (%)		Iodine (µg)	
	β	p	β	p	β	p
Food security (reference)	-	-	-	-	-	-
Mild food insecurity	-3.22	0.01	6.04	0.02	-10.50	0.18
Moderate food insecurity	-2.37	0.03	-0.04	0.99	1.23	0.89
Severe food insecurity	-1.61	0.23	0.46	0.90	-24.41	0.03

Significant association p ≤ 0.05. \*Adjusted for head of household, household size, number of children, marital and employment status and education level.

**Table VI.** Linear regression analysis between food insecurity and biochemical measures in mothers of the Northwest coast of Mexico (n = 60)\*

Level of food (in)security	Total cholesterol (mg/dl)		HDL cholesterol (mg/dl)	
	$\beta$	p	$\beta$	p
Food security (reference)	-	-	-	-
Mild food insecurity	2.26	0.83	4.16	0.19
Moderate food insecurity	8.29	0.48	3.44	0.34
Severe food insecurity	-51.18	0.01	-12.01	0.03

Significant association  $p \leq 0.05$ . \*Adjusted for age, head of household, household size, number of children, marital and employment status and education level.

In 2016, the ENSANUT highlighted the high frequency of consumption of sugar sweetened beverages by a considerable part of the Mexican population. This survey found that 86% of the population regularly consumed sugary drinks, and of this, 39% reported consuming them daily, while 33% consumed them several times a week (17). Everyday knowledge and socialization practices have been described as determinants of sweetened beverages consumption in Mexican adults, particularly in those with low socioeconomic status. In this regard, several studies have established that integrating educational campaigns promoting the consumption of pure water and emphasizing the unhealthiness of sugar sweetened beverages can decrease the energy intake from beverages (27). In the ENSANUT 2016, despite the high frequency of consumption of sugary drinks, 92% of the Mexican population knows that their excess consumption is not healthy and knows the negative consequences of high consumption. This knowledge may be the result of exposure to health campaigns that expose the damage caused by high consumption of sugary drinks (17). These educational campaigns have been included within initiatives proposed by the federal government of Mexico, which seek to reduce the consumption of these beverages through changes in taxes that make pure water more accessible and the sugar-sweetened beverages less accessible (25,26). After Mexico implemented a 1 peso per liter excise tax on sugar-sweetened beverages on January 1st, 2014, purchase of sugary drinks decreased by 7.6% in the 2014-2015 period. Households at the lowest socioeconomic level had the largest decreases in purchases of taxed beverages (28). Additionally, a price increase in soft drinks has been associated with a larger quantity consumed of water and milk and a decrease in the consumption of other sugar sweetened beverages, snacks, and candies. Higher elasticities have been found among households living in rural areas, in more marginalized areas, and with lower income. Fiscal approaches such as taxation continue to be recommended as a public health policy to reduce sugar-sweetened beverages consumption (25).

Worldwide, food insecurity has been associated with higher intakes of fruit juice and other sugar-sweetened beverages (e.g., lemonade, sweetened tea, fruit punch, Kool-Aid®) (29). In this regard, in our analysis of dietary intake, higher intake of food products containing carbohydrates and added sugar occurred among mothers with mild food security.

The preference for consuming sugary drinks and junk food and the distaste for the taste of vegetables are other perceived barriers to healthy eating (17). Food-insecure people are more likely to report cost and taste as barriers to healthy food consumption than food-secure people (30). In this regard, the association between food insecurity and the lower consumption of healthy food groups and poor diet quality may be mediated, in part, by the low cost of energy-dense foods and may be reinforced by the high palatability of sugar and fat (31). Household food insecurity has been previously hypothesized to promote dependence on inexpensive, highly palatable foods that are energy dense (21).

Food-insecure families often consume foods with high energy density such as refined carbohydrates, added sugars and fats which only provide "empty calories" and, therefore, do not provide vitamins, minerals or other nutrients associated with the health and well-being of people (6,32,33). Therefore, it is expected that the consumption of proteins is significantly lower in mothers with slight insecurity since they substitute the consumption of high protein foods for foods and drinks high in carbohydrates and added sugars.

Previous studies have found that in households experiencing food insecurity, there is less availability and low intakes of animal products, fruits, vegetables, milk and lean meats (6,19). Particularly in studies with women living in food insecure homes, a lower weekly average consumption of fruits, vegetables, meats, fish, seafood, milk and milk products has been reported compared to food secure homes (20); this can explain the low intake of micronutrients. In our study, the consumption of potassium and vitamin A (micronutrients contained in fruits and vegetables) and iodine and iron (contained in meats) was significantly lower as food insecurity was higher. That reflects not only restrictions on quality or variety of diet, but on economic and social access to a greater variety of foods. Other studies have shown significantly lower levels of potassium and fiber intake among food-insecure groups (21). In addition, women from food-insecure households had inadequate intakes of vitamin A, E, C and pyridoxine, as well of folate, thiamin, niacin, iron and magnesium (21,34). Compromising dietary intakes in the context of household food insecurity heightens the vulnerability for nutrient inadequacies (35).

Households with food insecurity not only guide their decisions for the acquisition of food because of the price, but for other issues such as the perception they have on the ability of the kind

of food to generate satiety. Although the economic resources is the main criterion that families use to acquire food, the experience of food insecurity has other cultural or symbolic dimensions that are not exhausted in their economic dimension (6).

Mothers with food security in our study had a significant higher sodium intake compared to those in food insecurity. This may be because in food security households there was a higher consumption of food with high sodium content such as processed meats; we found that they had a greater intake of food from this group. Thus, living in a food-secure household did not guarantee optimal dietary intake.

Mothers with food security had a significantly higher HDL cholesterol level than mothers with severe food insecurity. In studies with young and old adults, those from food-insecure families had lower serum concentrations of HDL cholesterol, albumin, vitamin A, and vitamin E (21). People with food security were more likely to have lower fasting serum glucose, total cholesterol, LDL cholesterol and triglycerides and lower hemoglobin levels than those with food insecurity (7-11,36,37). Previous research studies have demonstrated that household food insecurity is associated with dietary compromise and are corroborated by studies documenting lower serum nutrient concentrations among adults in households characterized by food insecurity (35).

The finding that mothers from Kino Bay, especially those living in food-insecure homes, have lower quality and less diverse diets is of particular concern. It is widely known that the consumption of a variety of good quality foods is important for preconception, prenatal, and postnatal nutrition as well as overall health. Eating a diverse diet also ensures the presence of beneficial phytochemicals, promotes balance among nutrients that influence micronutrient absorption and utilization, and moreover, reduces the risk for multiple micronutrient deficiencies (20).

Some coastal communities, such as Kino Bay, have been experiencing complications in fishery, the main economic activity in these regions, due to environmental problems and lack of control of human activities (e.g., the introduction of exotic species deliberately or accidentally impacting native species, the disturbance of the fauna, clandestine hunting, contamination of the coastal zone, alteration of habitats, and the increase in population). Such phenomena impact on families who depend on this activity, increasing the risk of food insecurity, where mothers are one of the most affected (12). Food insecurity had been identified long ago as one of the main problems affecting fishing communities. The Food and Agriculture Organization (FAO) observed that the people engaged in these activities and their families continue, with few exceptions, to live at the margin of subsistence and human dignity. In addition, it was showed that food insecurity is endemic among artisanal fishers in terms of availability and quality of food, and diversification of diets (38).

In many societies, women add substantial economic value to fish caught and landed by men through their control of processing and marketing activities. Recognizing this contribution will promote the empowerment of women, increase their participation in management and stewardship, and address issues of food security and development (39).

Therefore, policy makers should focus on interventions that help prevent and reduce poverty, as well as improve the food security of fishing families, in order to protect their food consumption and livelihoods. Making the link between women's contributions to fisheries, and development on a broader scale as women play a key role in health, nutrition, and poverty reduction (38,39).

## ACKNOWLEDGMENTS

We thank Adriana Garibay Escobar, Ramón Héctor Barraza Guardado, Marco Antonio López Torres, Armida Espinoza López, Aída Chaparro Peña, Luis Carlos Zamora Figueroa, Sheila Abril Durazo Ruiz and Elsa Yadira Moreno Moreno for technical assistance.

## REFERENCES

1. Leroy JL, Ruel M, Frongillo EA, Harris J, Ballard TJ. Measuring the food access dimension of food security: a critical review and mapping of indicators. *Food Nutr Bull* 2015;36:167-95. DOI: 10.1177/0379572115587274
2. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012 (ENSANUT). Distribución de la inseguridad alimentaria: evidencia para intervenciones diferenciadas. México: INSP; 2012. Disponible en: <http://ensanut.insp.mx/doctos/analiticos/InseguridadAlim.pdf>
3. Quizán T, Castro ML, Contreras AD, Saucedo S, Ortega MI. Inseguridad alimentaria: experiencias en familias de bajos recursos del noroeste de México. *Biocencia* 2013;15:3-9. Disponible en: <https://biocencia.uson.mx/index.php/biocencia/article/view/142>
4. Hernández E, Pérez D, Ortiz L. Consecuencias alimentarias y nutricionales de la inseguridad alimentaria: la perspectiva de madres solteras. *Rev Chil Nutr* 2013;40:351-6. DOI: 10.4067/S0717-75182013000400004
5. Mundo V, Shamah T, Rivera J. Epidemiología de la inseguridad alimentaria en México. *Salud Pública Mex* 2013;55:206-13.
6. Valencia-Valero RG, Ortiz-Hernández L. Disponibilidad de alimentos en los hogares mexicanos de acuerdo con el grado de inseguridad alimentaria. *Salud Pública Mex* 2014;56:154-64.
7. Shin JI, Bautista LE, Walsh MC, Malecki KC, Nieto FJ. Food insecurity and dyslipidemia in a representative population-based sample in the US. *Prev Med* 2015;77:186-90. DOI: 10.1016/j.ypmed.2015.05.009
8. Tayie FA, Zizza CA. Food insecurity and dyslipidemia among adults in the United States. *Prev Med* 2009;48:480-5. DOI: 10.1016/j.ypmed.2009.03.003
9. Parker ED, Widome R, Nettleton JA, Pereira MA. Food security and metabolic syndrome in U.S. Adults and adolescents: findings from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2006. *Ann Epidemiol* 2010;20:364-70. DOI: 10.1016/j.annepidem.2010.02.009
10. Holben DH, Taylor CA. Food insecurity and its association with central obesity and other markers of metabolic syndrome among persons aged 12 to 18 years in the United States. *J Am Osteopath Assoc* 2015;115:536-43. DOI: 10.7556/jaoa.2015.111
11. Egeland GM, Johnson-Down L, Cao ZR, Sheikh N, Weiler H. Food insecurity and nutrition transition combine to affect nutrient intakes in Canadian Arctic communities. *J Nutr* 2011;141:1746-53. DOI: 10.3945/jn.111.139006
12. Moreno C, Weaver A, Bourillón L, Torre J, Égido J, Rojo M. Diagnóstico ambiental y socioeconómico de la región marina-costera de Bahía de Kino, Isla Tiburón, Sonora México: Documento de trabajo y discusión para promover un desarrollo sustentable. México: Comunidad y Biodiversidad, Asociación Civil; 2005. Disponible en: [http://cobi.org.mx/wp-content/uploads/2012/08/2005-t-cobi\\_rep\\_diagn\\_bahia\\_kino\\_051116.pdf](http://cobi.org.mx/wp-content/uploads/2012/08/2005-t-cobi_rep_diagn_bahia_kino_051116.pdf)
13. Willet W. *Nutritional epidemiology*. 2nd ed. Nueva York: Oxford University Press; 1998.
14. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). Dimensiones de la seguridad alimentaria: evaluación estratégica de nutrición y abasto. México: CONEVAL; 2010. Disponible en: [https://www.coneval.org.mx/rw/resource/coneval/info\\_public/PDF\\_PUBLICACIONES/Dimensiones\\_seguridad\\_alimentaria\\_FINAL\\_web.pdf](https://www.coneval.org.mx/rw/resource/coneval/info_public/PDF_PUBLICACIONES/Dimensiones_seguridad_alimentaria_FINAL_web.pdf)

15. Ortega MI, Quizán T, Morales GG. Cálculo de ingestión dietaria y coeficientes de adecuación a partir de: registro de 24 horas y frecuencia de consumo de alimentos. Cuadernos de trabajo nº 1. Estimación del consumo de alimentos. Hermosillo, Sonora: Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Dirección de Nutrición; 1999.
16. Suverza A, Haux K. El ABCD de la evaluación del estado de nutrición. 1ª ed. Ciudad de México: McGraw-Hill; 2010.
17. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016 (ENSANUT). México: INSP; 2016. Disponible en: [http://promocion.salud.gob.mx/dgps/descargas1/doctos\\_2016/ensanut\\_mc\\_2016-310oct.pdf](http://promocion.salud.gob.mx/dgps/descargas1/doctos_2016/ensanut_mc_2016-310oct.pdf)
18. World Health Organization (WHO). Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva, Switzerland: WHO Expert Committee; 1995. DOI: 10.1002/(SICI)1520-6300(1996)8:6<786::AID-AJH-B11>3.0.CO;2-1
19. Leyna GH, Mmbaga EJ, Mnyika KS, Hussain A, Klepp KI. Food insecurity is associated with food consumption patterns and anthropometric measures but not serum micronutrient levels in adults in rural Tanzania. *Public Health Nutr* 2010;13(9):1438-44. DOI: 10.1017/S1368980010000327
20. Weigel MM, Armijos RX, Racines M, Cevallos W. Food insecurity is associated with undernutrition but not overnutrition in Ecuadorian women from low-income urban neighborhoods. *J Environ Public Health* 2016;2016:8149459. DOI: 10.1155/2016/8149459
21. Laraia BA. Food insecurity and chronic disease. *Adv Nutr* 2013;4(2):203-12. DOI: 10.3945/an.112.003277
22. Valencia ME, Hoyos LC, Ballesteros MN, Ortega MI, Palacios MR, Atondo JL. Canasta de consumo de alimentos en el estado de Sonora. *Rev Estud Soc* 1997;8(15):12-33. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/267393961\\_Canasta\\_de\\_Consumo\\_de\\_Alimentos\\_en\\_el\\_Estado\\_de\\_Sonora](https://www.researchgate.net/publication/267393961_Canasta_de_Consumo_de_Alimentos_en_el_Estado_de_Sonora)
23. Quizán-Plata T, Castro-Acosta M, Paniagua C, Alma D, Saucedo S, Ortega MI. Inseguridad alimentaria en familias del noroeste de México: causas, estrategias y consecuencias sociales y nutricionales. *Epistemus* 2009;7(7):23-8. Disponible en: <http://www.epistemus.uson.mx/revistas/pdf/numero7.pdf>
24. Kendall A, Olson CM, Frongillo EA. Relationship of hunger and food insecurity to food availability and consumption. *J Am Diet Assoc* 1996;96(10):1019-24. DOI: 10.1016/S0002-8223(96)00271-4
25. Colchero MA, Salgado JC, Unar-Munguía M, Hernández-Ávila M, Rivera-Dommarco JA. Price elasticity of the demand for sugar sweetened beverages and soft drinks in Mexico. *Econ Hum Biol* 2015;19:129-37. DOI: 10.1016/j.ehb.2015.08.007
26. Stern D, Piermas C, Barquera S, Rivera JA, Popkin BM. Caloric beverages were major sources of energy among children and adults in Mexico, 1999-2012-3. *J Nutr* 2014;144(6):949-56. DOI: 10.3945/jn.114.190652
27. Illescas-Zarate D, Espinosa-Montero J, Flores M, Barquera S. Plain water consumption is associated with lower intake of caloric beverage: cross-sectional study in Mexican adults with low socioeconomic status. *BMC Public Health* 2015;15(1):405. DOI: 10.1186/s12889-015-1699-0
28. Colchero MA, Rivera-Dommarco J, Popkin BM, Ng SW. In Mexico, evidence of sustained consumer response two years after implementing a sugar-sweetened beverage tax. *Health Aff* 2017;36(3):564-71. DOI: 10.1377/hlthaff.2016.1231
29. Leung CW, Epel ES, Ritchie LD, Crawford PB, Laraia BA. Food insecurity is inversely associated with diet quality of lower-income adults. *J Acad Nutr Diet* 2014;114:1943-53. DOI: 10.1016/j.jand.2014.06.353
30. Mook K, Laraia BA, Oddo VM, Jones-Smith JC. Food security status and barriers to fruit and vegetable consumption in two economically deprived communities of Oakland, California, 2013-2014. *Prev Chronic Dis* 2016;13. DOI: 10.5888/pcd13.150402
31. Drewnowski A, Specter SE. Poverty and obesity: the role of energy density and energy costs. *Am J Clin Nutr* 2004;79(1):6-16. DOI: 10.1093/ajcn/79.1.6
32. Seligman HK, Laraia BA, Kushel MB. Food insecurity is associated with chronic disease among low-income NHANES participants. *J Nutr* 2010;140:304-10. DOI: 10.3945/jn.109.112573
33. Seligman HK, Bindman AB, Vittinghoff E, Kanaya AM, Kushel MB. Food insecurity is associated with diabetes mellitus: results from the National Health Examination and Nutrition Examination Survey (NHANES) 1999-2002. *J Gen Intern Med* 2007;22:1018-23. DOI: 10.1007/s11606-007-0192-6
34. Rose D. Economic determinants and dietary consequences of food insecurity in the United States. *J Nutr* 1999;129(2):517S-20S. DOI: 10.1093/jn/129.2.517S
35. Kirkpatrick SI, Tarasuk V. Food insecurity is associated with nutrient inadequacies among Canadian adults and adolescents. *J Nutr* 2008;138(3):604-12. DOI: 10.1093/jn/138.3.604
36. Vega-Macedo M, Shamah-Levy T, Peinador-Roldán R, Méndez-Gómez-Humarán I, Melgar-Quirión H. Inseguridad alimentaria y variedad de la alimentación en hogares mexicanos con niños menores de cinco años. *Salud Pública Mex* 2014;56:21-30.
37. Lyles CR, Wolf MS, Schillinger D, Davis TC, DeWalt D, Dahlke AR. Food insecurity in relation to changes in hemoglobin A1c, self-efficacy, and fruit/vegetable intake during a diabetes educational intervention. *Diabetes Care* 2013;36:1448-53. DOI: 10.2337/dc12-1961
38. Bené C, Macfadyen G, Alisson EH. Increasing the contribution of small-scale fisheries to poverty alleviation and food security. *FAO Fisheries Technical Paper*. Rome: FAO; 2007. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/009/a0237e/a0237e00.htm>
39. Harper S, Zeller D, Hauzer M, Pauly D, Sumaila UR. Women and fisheries: Contribution to food security and local economies. *Mar Policy* 2013;39:56-63. DOI: 10.1016/j.marpol.2012.10.018



## Trabajo Original

### Assessment of thyroid function, ioduria and oxidative stress in women in the first trimester of pregnancy

*Evaluación de la función tiroidea, yoduria y estrés oxidativo en mujeres en el primer trimestre de embarazo*

Luciana Abrão de Oliveira Restini<sup>1</sup>, Renata Dessordi<sup>1</sup>, Sabrina Maria Saueia Ferreira<sup>2</sup>, Patrícia Künzle Ribeiro Magalhães<sup>2</sup>, Léa Maria Zanini Maciel<sup>2</sup>, Fernando Barbosa Júnior<sup>2</sup>, Telma Maria Braga Costa<sup>3</sup>, Alceu Afonso Jordão Júnior<sup>2</sup> and Anderson Marliere Navarro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Food and Nutrition. Faculty of Pharmaceutical Sciences. State University of São Paulo - UNESP. São Paulo, Brazil. <sup>2</sup>Department of Internal Medicine. Faculty of Medicine of Ribeirão Preto. University of São Paulo. São Paulo, Brazil. <sup>3</sup>University of Ribeirão Preto - UNAERP. São Paulo, Brazil

#### Abstract

**Introduction:** adequate iodine intake during pregnancy is essential for the synthesis of thyroid hormones, which are important for the physiological functions of the mother and appropriate maturation of the central nervous system of the fetus.

**Objective:** the objective of the present study was to determine the levels of urinary iodine excretion and thyroid function, antioxidants and oxidative stress markers in pregnant women.

**Methods:** the study was conducted on 191 pregnant women and 62 non-pregnant women who were evaluated regarding nutritional status. Analyses of urinary iodine, of oxidative stress markers and thyroid function were performed, revealing iodine insufficiency in 81 pregnant women.

**Results:** there was no change in the thyroid stimulating hormone concentration in 89% of the pregnant women. Antithyroperoxidase antibody values were higher in the control group compared to the pregnant women's group (64.5% and 12.6%, respectively) and antithyroglobulin antibody values were also higher in the control group (11.6%). Assessment of oxidative stress revealed higher levels of advanced oxidation protein products, of total antioxidant capacity and of superoxide dismutase antioxidants in pregnant women. Classification of ioduria with respect to oxidative stress markers revealed lower  $\alpha$ -tocopherol levels for the pregnant women with iodine insufficiency.

**Conclusion:** on this basis, the results suggest that iodine insufficiency did not induce changes in thyroid stimulating hormone levels or antibodies and those pregnant women with adequate urinary iodine excretion had a better profile of the  $\alpha$ -tocopherol antioxidant, indicating that iodine may play a significant role in antioxidant capacity during gestation.

#### Key words:

Iodine. Thyroid function. Pregnancy. Oxidative stress.

#### Resumen

**Introducción:** la ingesta adecuada de yodo durante el embarazo es esencial para la síntesis de las hormonas tiroideas, que son importantes para las funciones fisiológicas de la madre y la maduración apropiada del sistema nervioso central del feto.

**Objetivo:** el objetivo del presente estudio fue determinar los niveles de excreción de yodo urinario y función tiroidea, antioxidantes y marcadores de estrés oxidativo en mujeres embarazadas.

**Métodos:** el estudio se realizó en 191 mujeres embarazadas y 62 mujeres no embarazadas que fueron evaluadas con respecto al estado nutricional. Se realizaron análisis de yodo urinario, marcadores de estrés oxidativo y función tiroidea, que revelaron insuficiencia de yodo en 81 embarazadas.

**Resultados:** no hubo cambios en la concentración de hormona estimulante tiroidea en el 89% de las mujeres embarazadas. Los valores de anticuerpos antitiroperoxidasa fueron mayores en el grupo control en comparación con el grupo de mujeres embarazadas (64,5% y 12,6%, respectivamente) y los de anticuerpos antitiroglobulina fueron también mayores en el grupo control (11,6%). La evaluación del estrés oxidativo reveló niveles más altos de productos avanzados de proteína de oxidación, de capacidad antioxidante total y de antioxidantes de superóxido dismutasa en mujeres embarazadas. La clasificación de la yoduria con respecto a marcadores de estrés oxidativo reveló menores niveles de  $\alpha$ -tocoferol para las mujeres embarazadas con insuficiencia de yodo.

**Conclusión:** sobre esta base, los resultados sugieren que la insuficiencia de yodo no indujo cambios en los niveles de hormona estimulante de la tiroidea o anticuerpos y las mujeres embarazadas con excreción urinaria adecuada de yodo tuvieron un mejor perfil del antioxidante  $\alpha$ -tocoferol, lo que indica que el yodo puede desempeñar un papel significativo en la capacidad antioxidante durante la gestación.

#### Palabras clave:

Yodo. Función tiroidea. Embarazo. Estrés oxidativo.

Received: 24/10/2017 • Accepted: 02/05/2018

Restini LAO, Dessordi R, Ferreira SMS, Magalhães PKR, Maciel LMZ, Barbosa Jr F, Braga Costa TM, Jordão Jr AA, Navarro AM. Assessment of thyroid function, ioduria and oxidative stress in women in the first trimester of pregnancy. *Nutr Hosp* 2018;35(6):1387-1393

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1653>

#### Correspondence:

Renata Dessordi. Department of Food and Nutrition. Faculty of Pharmaceutical Sciences. State University of São Paulo - UNESP. Av. Professor Lineu Prestes, 580. 05508-000 São Paulo, Brasil  
e-mail: [re\\_dessordi@hotmail.com](mailto:re_dessordi@hotmail.com)

## INTRODUCTION

---

Adequate iodine consumption during pregnancy for the prevention of fetal neurological problems has been the subject of many studies. In a previous study, Ferreira et al. assessed the nutritional iodine status of pregnant women in the state of Sao Paulo using the same population as studied here. Conversely, the objective of the present study was to assess the levels of urinary iodine excretion, thyroid function, antioxidants and oxidative stress markers in pregnant women. Thyroid stimulating hormone (TSH), anti-thyroglobulin (anti-TG) and anti-thyroperoxidase antibody (anti-TPO) levels were reported in the present study in order to complement the data for the assessment of oxidative stress (1).

Adequate iodine intake is a priority during pregnancy due to its impact on the formation of the fetus during pregnancy and also during the postpartum period. According to an estimate by the World Health Organization (WHO), approximately 1.9 billion people are at risk of developing iodine deficiency disorders (IDD). This is a public health problem on a global scale, characterized by high proportions of population groups with low iodine consumption (2).

The recommendations of the International Council for the Control of Iodine Deficiency Disorders (ICCIDD) and the WHO define a urinary iodine excretion of 100 µg/l as normal and propose a daily requirement of 150 µg iodine for non-pregnant adults and 200 to 290 µg for pregnant and lactating women, respectively (3,4).

Iodine is considered to be a fundamental micronutrient for the formation of thyroid hormones. Dietary iodide is oxidized and converted to elemental iodine by the action of the enzyme iodine peroxidase, which produces the hormone precursors monoiodotyrosine and diiodotyrosine. The union of two diiodotyrosine molecules forms thyroxine (T4) and the union of a diiodotyrosine and monoiodotyrosine forms triiodothyronine (T3), fundamental hormones for the regulation and release of thyroid stimulating hormone (TSH) (5-7). A normal thyroid gland does not show any difficulty in responding to this process of hormone formation. However, this is not the case when thyroid disease compromises the functional capacity of the gland or when healthy women who reside in iodine-deficient areas become pregnant (8).

Iodine has been reported to act directly as an antioxidant or indirectly by inducing antioxidant enzymes such as superoxide dismutase (SOD). Iodine may link to the double bonds of some polyunsaturated fatty acids of cell membranes, rendering them less reactive to free radicals. In addition, iodine competes with free radicals for lipid and protein membranes and DNA in order to induce cell stabilization. This antioxidant role is performed by oxidized iodine species obtained from the diet or by local deiodination (9-12). Thus, an adequate iodine intake and, therefore, its adequate availability for the performance of its functions in the organism are of extreme importance for all individuals, especially for an appropriate development of the fetus and for a balanced antioxidant status during pregnancy (12). Thus, an imbalance in the antioxidant system can lead to oxidative stress, characterized by excessive production of reactive oxygen species (ROS). The increase in ROS production in pregnant women leads to cellular damage, endothelial dysfunction, alteration in the processes of

trophoblastic differentiation, causing problems in the placenta and thus, gestational hypertension. Research with pregnant women with hypertension revealed an increase in ROS levels and low levels of antioxidants, suggesting that free radicals can cause vascular damage in pregnant women (13).

The balance between reducing agents and the antioxidant system is essential. The antioxidant system may be enzymatic or non-enzymatic. An antioxidant is defined as any substance that, when present at low concentration compared to the concentration of the oxidizable substrate, regenerates the substrate or significantly prevents its oxidation (14). Enzymatic antioxidants are SOD, catalase (CAT) and glutathione-peroxidase (GSH-Px), and non-enzymatic antioxidants are ascorbic acid (vitamin C),  $\alpha$ -tocopherol (vitamin E), GSH, carotenoids, flavonoids and phenolic compounds, among others (14,15). Thus, adequate quantities of antioxidants in the intracellular medium are quite important for better security against attacks by these reactive species, preventing the onset of diseases and avoiding their complications, especially during pregnancy (16,11).

The oxidative metabolism is increased during pregnancy because of the high oxygen demand of mother and fetus and also because of a metabolic and hormonal overload, requiring more antioxidant components, dietary or not and enzymatic or not (10,16,17). Pregnant women with deficient or inadequate iodine intake undergo an even greater increase in the formation of free radicals due to the gestational process itself and to the reduced action of this micronutrient (12).

Thus, the objective of the present study was to determine the levels of urinary iodine excretion, the thyroid function markers and the biomarkers of oxidative stress in pregnant women.

## PATIENTS AND METHODS

---

### STUDY GROUPS

A descriptive cross-sectional study was conducted at the Department of Gynecology and Obstetrics of the Medical School of Ribeirão Preto - USP (FMRP-USP).

A group of volunteer pregnant women (n = 191) and a control group of non-pregnant women (n = 63) matched for mean age with the pregnant women were studied. Inclusion criteria were age over 18 years and time of gestation of up to 14 weeks (first trimester) for the pregnant women, and age over 18 years and being in the reproductive age range of 18 to 35 years for the non-pregnant women. Patients with a previous diagnosis of hypothyroidism, with chronic kidney disease, taking vitamin or mineral supplements or medications containing iodine in their composition, and patients with chronic diseases (diabetes mellitus, arterial hypertension, heart failure, and pre-eclampsia) were excluded from the study.

The sample was calculated considering the ioduria variable. Data from studies of pregnant women with and without iodine deficiency were used (12). For the variance, the largest variance found between groups was taken. Adopting a significance level

of 0.05 and 0.80 of test power, the following equation was used to calculate the sample size:

$$n = \frac{2\sigma^2 (Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$$

where  $\mu_1$  and  $\mu_2$  are the means of each group.

The study was approved by the Research Ethics Committee of the institution (protocol 7477 of 10/11/2008) and all subjects gave written informed consent based on Resolution 196/96 of the National Health Council (CNS) (19).

## ASSESSMENT OF NUTRITIONAL STATUS

Before performing anthropometry in the group of pregnant women, gestational age based on the date of last menstruation (DLM) was confirmed by consulting the prenatal care card and/or ultrasound data. The nutritional status of the pregnant women was classified according to the values proposed by the Institute of Medicine (IOM) and the nutritional status of the control women was determined using the values proposed by the WHO as a reference (20). BMI was calculated by the formula weight/height<sup>2</sup> using the weight at the beginning of gestation.

## DETERMINATION OF URINARY IODINE CONCENTRATION

Urinary iodine concentration was determined by mass spectrometry with inductively coupled plasma using an instrument equipped with a reaction cell (DRC-ICP-M ELAN<sup>®</sup> DR II, Perkin Elmer Sciex, Norwalk, CT, USA) operating with high purity argon (99.999%, Praxair, Brazil). Each sample was placed in a 15 ml polypropylene Falcon<sup>®</sup> tube to a final volume of 10 ml (25 times dilution) with a solution of 1% TMAH containing 10 µg/l tellurium as the internal standard. The analytical calibration standards were prepared in the same diluent at a concentration of 0 to 100 µg/l. The curve was constructed by adjusting the matrix that contained the calibration standards.

The samples were then directly injected into the instrument and the results are expressed as µg/l. The quality control for the analyses was insured by analysis of the reference material 2670a Low. The analyses were carried out in the Laboratory of Toxicology and Metal Essentiality of the Faculty of Pharmaceutical Sciences of Ribeirão Preto, University of São Paulo.

The standard proposed by the WHO (3) for non-pregnant women was considered as a reference for the classification of urinary iodine concentration: < 100 µg/ml, insufficient; 100-199 µg/ml, adequate; and > 200 µg/ml, excess. The values considered for the pregnant women were: < 150 µg/ml, insufficient; 150-249 µg/ml, adequate, and > 250 µg/ml, excess.

## DETERMINATION OF THYROID FUNCTION

Plasma TSH, free thyroxine fraction (FT4), total thyroxine fraction (TT4), anti-TG, and anti-TPO were determined by chemolu-

minescence (Immulite<sup>®</sup> 2000, DPC Cirrus Inc. Los Angeles, CA) in a single assay. The intra-assay errors calculated for TSH, FT4 and TT4 were 3.1%, 2.6% and 2.1% for TSH, FT4 and TT4 concentrations of 1.5 mIU/l, 1 ng/dl and 9.5 µg/dl, respectively. The inter-assay errors were 5.6%, 3.3% and 4.8% for TSH values of 0.2, 3.8 and 16.8 mIU/l; 11.4%, 3.9% and 3.9% for TT4 values of 12.7, 8.9 and 13.7 µg/dl; and 4.3% and 2.6% for FT4 values of 1.0 and 2.5 ng/dl, respectively (1).

## MALONDIALDEHYDE

Malondialdehyde (MDA) was analyzed by the method proposed by Gerard-Monnier et al. (21). Serum MDA was determined using a 200 µl sample to which 650 µl of a 10 mM solution of 1-methyl-phenylindole in acetonitrile and methanol (2:1, v/v) and 150 µl of pure HCl (37%) was added. The Eppendorf<sup>®</sup> tubes were then shaken on a vortex mixer and incubated in a water bath at 45 °C for 40 minutes. Next, the samples were cooled on ice and the tubes were centrifuged at 4,000 rpm for ten minutes. Absorbance at 586 nm wavelength was then read in the supernatant. MDA concentration was calculated by comparison to a curve of hydrolyzed 1,1,3,3-tetramethoxypropane (TPM). The analysis was performed in duplicate.

## ADVANCED OXIDATION PROTEIN PRODUCTS (AOPP)

AOPP concentrations were determined in serum by the method of Witko-Sarsat et al. (22). A 40 µl amount of plasma diluted in 160 µl PBS was used and 20 µl acetic acid was then added to each well of a 96-well microliter plate (Becton Dickinson Labware, Lincoln Park, NJ, USA), followed by 20 µl of acetic acid. Ten microliters of 1.16 M potassium iodide (Kb, Sigma) were then added, followed by 20 µl of acetic acid. The absorbance of the reaction mixture was immediately read at 340 nm in a microplate reader against a blank containing 200 µl of PBS, 10 µl of KI and 20 µl of acetic acid. AOPP concentrations were calculated using a standard chloramine-T curve and expressed as µmol/l. The analysis was performed in duplicate.

## REDUCED GLUTATHIONE (GSH)

GSH concentration was determined in serum by the method of Costa et al. (23). Samples of 25 µl were used, to which 1 ml Tris-EDTA (0.25 mol/l Tris base, 0.20 mol/l EDTA, pH 8.2) were added. For the preparation of one liter, 30,285 g Tris and 74,448 g EDTA were used. A first reading (A1) was taken and 25 µl DTNB (10 mmol/l in absolute methanol) were added. The compound was then shaken for 15 minutes and a second reading (A2) was taken at room temperature. The concentration of sulfhydryl groups was calculated using a standard GSH curve. The analysis was performed in duplicate.

## FERRIC REDUCING ANTIOXIDANT POWER (FRAP)

FRAP was determined in serum using the assay developed by Benzi and Strain (24). Ten  $\mu\text{l}$  serum and 300  $\mu\text{l}$  FRAP solution (0.3 M acetate buffer, pH 3.6, 10 mM TPTZ solution in 40 mM HCl and 20 mM  $\text{FeCl}_3$  solution) were pipetted on a 96-well microplate that was incubated at 37 °C for four minutes in a spectrophotometer, followed by reading at 593 nm. Sample concentration was based on a ferrous sulfate curve.

Reagents used for the determinations were: 300 mmol/liter acetate buffer, pH 3.6 (Riedel-de Haen™, Germany), and 16 ml  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$  (BDH Laboratory Supplies, England) per liter of buffer solution, 10 mmol/liter TPTZ (Fluka™ Chemicals, Switzerland) in 40 mmol/liter HCl, and 20 mmol/liter  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (BDH). The reagent was prepared by mixing 25 ml acetate buffer, 2.5 ml TPTZ solution, and 2.5 ml  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  solution. The analysis was performed in duplicate.

## TOTAL ANTIOXIDANT CAPACITY (TAC)

Serum TAC was determined by the method of Erel (25) based on 2, 2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonate) (ABTS). In this assay, ABTS is incubated with potassium persulfate to produce ABTS oxidation. Briefly, a 10 mg amount of ABTS was dissolved in 10 ml of an aqueous solution containing 2.5 mmol/l potassium persulfate and the mixture was left to stand in the dark at room temperature for one to four hours before use. For sample analysis, the oxidized ABTS stock solution was diluted with deionized water to an absorbance of 0.70 at 734 nm. After the addition of 1 ml of diluted oxidized ABTS to 10  $\mu\text{l}$  of serum, the absorbance reading was taken ten minutes after the initial mixing. A 200  $\mu\text{l}$  amount of reagent 1 (0.4 mol/l acetate buffer, pH 5.8) was added to 5  $\mu\text{l}$  of serum, and the first reading (A1) was taken at 660 nm. Next, 20  $\mu\text{l}$  of reagent 2 (ABTS in 30 mM acetate buffer, pH 3.6) were added and a second reading (A2) was taken five minutes later. The absorbance readings were compared to a standard Trolox curve, and the results are expressed as mmol Trolox equivalent/l. The analysis was performed in duplicate.

## SUPEROXIDE DISMUTASE (SOD)

SOD was determined in serum by the indirect nitroblue tetrazolium (NBT) method using the 19160 SOD® kit (Sigma-Aldrich Chemie GmbH®).

Preparation of working solutions: the WST working solution was diluted in 1 ml of WST solution with 19 ml of buffer solution. For the enzyme working solution the enzyme solution tube was centrifuged for five seconds and mixed by pipetting, and 15  $\mu\text{l}$  of enzyme solution was diluted with 2.5 ml of dilution buffer. The SOD solution was diluted with dilution buffer to prepare the standard SOD solution as follows: 200 U/ml, 100 U/ml, 50 U/ml, 20 U/ml, 10 U/ml, 5 U/ml, 1 U/ml, 0.1 U/ml, 0.05 U/ml, 0.01 U/ml,

and 0.001 U/ml. A 20  $\mu\text{l}$  sample, 20  $\mu\text{l}$  twice-distilled water, and 200  $\mu\text{l}$  working solution were added to the plate, and 20  $\mu\text{l}$  dilution buffer were added to each sample and to the blank. Next, 20  $\mu\text{l}$  enzyme working solution were added to each sample and the blank and thoroughly mixed, and the plate was incubated at 37 °C for 20 min. Absorbance was read at 450 nm with a microplate reader. SOD activity (% inhibition rate) was calculated using the following equation: SOD activity (% inhibition rate) =  $\frac{[(\text{Ablank 1} - \text{Ablank 3}) - \text{Asample} - \text{Ablank 2}]}{(\text{Ablank 1} - \text{Ablank 3})} \times 100$ . The analysis was performed in duplicate.

## ANALYSIS OF VITAMIN E

Vitamin E was analyzed in serum using a method adapted from Araud (26), developed and standardized in the Bromatology Laboratory, Course of Nutrition and Metabolism, FMRP-USP.

Blood vitamin E profile was determined by HPLC. The sample was prepared by pipetting 200  $\mu\text{l}$  serum in a test tube; 400  $\mu\text{l}$  ethanol were added with thorough shaking, 400  $\mu\text{l}$  hexane were added, the mixture was vortexed for 1 min, the tube was sealed with parafilm or an appropriate cap and it was centrifuged at 3,000 rpm for ten minutes. A 200  $\mu\text{l}$  aliquot was removed from the hexane phase (upper), added to another tube, dried under an  $\text{N}_2$  flow, suspended in 200  $\mu\text{l}$  of the mobile phase, and a 20  $\mu\text{l}$  aliquot was injected into the HPLC apparatus.

A Shimadzu chromatograph, model LC-20AT was used, with a C-18 column (4.6 x 250 mm – 5  $\mu\text{m}$ ) and a visible UV detector model SPD-20A. The mobile phase consisted of acetonitrile: dichloromethane: methanol (7:2:1), the flow rate was 1.0 ml/min, with  $\alpha$ -tocopherol detection at 292 nm. The concentrations were determined using an external standard and the results are expressed as  $\mu\text{mol/l}$  serum/plasma. The analysis was performed in duplicate.

## STATISTICAL ANALYSIS

Exploratory data analysis was first performed to obtain a global view of the variables using tables with descriptive measures. Minimum and maximum median values and the 95% confidence interval were calculated, the data distribution was analyzed, and statistical tests were performed to determine group differences.

The quantitative variables were compared between groups using the t-test, with the level of significance set at  $p < 0.05$ , and the categorical variables were analyzed by the Chi-square test, with the results being presented as percentages.

The hypothesis of normal distribution was determined by the Kolmogorov-Smirnov test to assess the relationship between TSH and the numeric variables of the study group. When the hypothesis was rejected, the nonparametric Mann-Whitney test was used, and when it was not rejected, the t-test was used. The Chi-square test was used for the categorical variables and the Chi-square exact test was used when more than 20% of the cells showed an expected value of less than 5.

The hypothesis of normal distribution was determined by the Kolmogorov-Smirnov test to assess the relationship between ioduria and the numeric variables of the experimental group. When the hypothesis was rejected, the nonparametric Kruskal-Wallis test was used, and when it was not rejected, analysis of variance (ANOVA) was used.

## RESULTS

Anthropometric assessment showed that the mean BMI of the control group (21.99 kg/m<sup>2</sup>) and of the group of pregnant women (25.2 kg/m<sup>2</sup>) was within the normal limits established by the WHO for the control group and overweight for the pregnancy group. Mean gestational age at the time of evaluation was 9.7 ± 2.9 weeks, with a median of nine weeks.

Hormone and ioduria levels did not differ significantly in the control and study groups in relation to TSH concentrations, which were unchanged in 89% of the women. Iodine insufficiency was higher in the pregnant women's group (48.5%), although it was also elevated in the control group (33.3%). Anti-TPO antibody concentrations differed significantly between controls (64.5%) and pregnant women (12.6%). Anti-TG levels were altered compared to reference values in 11.3% of the controls and in 3.7% of the pregnant women.

Table II presents the values of the oxidative stress markers. The MDA values of the controls were significantly higher than those of the pregnant women. AOPP differed significantly between groups, with higher values for the pregnant women compared to control. Regarding the antioxidant profile, GSH,  $\alpha$ -tocopherol and FRAP values were significantly lower for the pregnant women ( $p < 0.05$ ).

The classification of TSH values for the pregnant women regarding the variables age, height and BMI did not show sig-

nificant alterations. Also, no significant changes regarding TSH classification and its relationship with anti-TPO, anti-TG and ioduria levels were observed in either group ( $p > 0.05$ ). Table II presents the relationship between oxidative stress markers and the classification of TSH values according to the reference index. No difference was observed in stress markers (MDA and AOPP) or antioxidants (GSH,  $\alpha$ -tocopherol, FRAP, TAC and % SOD inhibition) among women with normal or altered TSH levels.

No significant changes in ioduria were observed in the group of pregnant women regarding variables such as age, weight, height, BMI and TSH. The classification of ioduria with respect to the TSH, anti-TPO and anti-TG values of pregnant women did not differ between the conditions of iodine insufficiency, adequate iodine levels or more than adequate iodine levels. Table III presents the data regarding the classification of ioduria and the oxidative stress markers. There was no difference in MDA or AOPP levels between the conditions of iodine insufficiency, adequate iodine levels or more than adequate iodine levels. Regarding the antioxidants, there was an increase in  $\alpha$ -tocopherol levels among pregnant women which was more marked among those with adequate iodine levels than among those with more than adequate iodine levels. The pregnant women with iodine insufficiency showed lower  $\alpha$ -tocopherol concentrations.

## DISCUSSION

A study assessing the nutritional iodine status of the same population of pregnant women was published before the present investigation, leading to the conclusion that pregnant women covered by the public health network of São Paulo had inadequate iodine concentrations classified as mild to moderate iodine deficiency (1). According to literature data, iodine deficiency may

**Table I.** Oxidative stress markers of the control (n = 62) and pregnant women (n = 191) groups

Biomarkers	Control (n = 62)	Pregnant women (n = 191)
<b>Oxidative</b>		
MDA ( $\mu\text{mol/l}$ )	7.43 ± 2.69*	6.34 ± 3.08 <sup>†</sup>
AOPP ( $\mu\text{M/l}$ )	68.00 ± 6.20*	71.71 ± 12.89 <sup>†</sup>
<b>Antioxidant</b>		
GSH (nmol/l)	922.56 ± 223.81*	721.44 ± 121.81 <sup>†</sup>
$\alpha$ -tocopherol ( $\mu\text{mol/l}$ )	16.14 ± 8.61*	8.12 ± 4.96 <sup>†</sup>
FRAP (mM)	0.36 ± 0.11*	0.31 ± 0.09 <sup>†</sup>
TAC ( $\mu\text{mol/l}$ )	1.79 ± 0.21*	1.93 ± 0.27 <sup>†</sup>
% SOD inhibition	60.83 ± 13.85*	67.74 ± 9.51 <sup>†</sup>

*t*-test. Values are expressed as mean ± standard deviation. Different symbols (\*, <sup>†</sup>)  $p < 0.05$ . MDA: malondialdehyde; AOPP: advanced oxidation protein products; GSH: reduced glutathione; FRAP: ferric reducing antioxidative power; TAC: total antioxidant capacity; SOD: superoxide dismutase.

**Table II.** Oxidative stress markers in relation to the classification of normal and altered TSH values of the group of pregnant women (n = 191)

Biomarkers	Normal (n = 170)	Altered (n = 21)
<b>Oxidative</b>		
MDA ( $\mu\text{mol/l}$ )	6.43 ± 3.14	5.64 ± 2.49
AOPP ( $\mu\text{M/l}$ )	71.74 ± 12.80	71.44 ± 13.94
<b>Antioxidant</b>		
GSH (nmol/l)	721.33 ± 123.92	722.33 ± 105.79
$\alpha$ -tocopherol ( $\mu\text{mol/l}$ )	8.06 ± 5.03	8.49 ± 4.49
FRAP (mM)	0.32 ± 0.09	0.30 ± 0.11
TAC ( $\mu\text{mol/l}$ )	1.93 ± 0.26	1.94 ± 0.35
% SOD inhibition	67.83 ± 9.44	66.97 ± 10.33

*t*-test. Values are expressed as mean ± standard deviation. Different letters (a, b, c)  $p < 0.05$ . MDA: malondialdehyde; AOPP: advanced oxidation protein products; FRAP: ferric reducing antioxidative power; GSH: reduced glutathione; TAC: total antioxidant capacity; SOD: superoxide dismutase.

**Table III.** Classification of ioduria in relation to the variables of oxidative stress markers of the pregnant women group (n = 191)

Biomarkers	Insufficient (n = 81)	Adequate (n = 58)	More than adequate (n = 28)
<b>Oxidative</b>			
MDA ( $\mu\text{mol/l}$ )	6.30 $\pm$ 3.25	6.42 $\pm$ 3.02	6.62 $\pm$ 2.70
AOPP ( $\mu\text{M/l}$ )	72.36 $\pm$ 13.76	71.81 $\pm$ 12.30	69.76 $\pm$ 11.94
<b>Antioxidant</b>			
GSH (nmol/l)	732.37 $\pm$ 115.45	703.03 $\pm$ 129.39	710.63 $\pm$ 113.77
$\alpha$ -tocopherol ( $\mu\text{mol/l}$ )	6.76 $\pm$ 4.27*	9.03 $\pm$ 4.20†	7.71 $\pm$ 3.60‡
FRAP (mM)	0.32 $\pm$ 0.09	0.32 $\pm$ 0.09	0.30 $\pm$ 0.08
TAC ( $\mu\text{mol/l}$ )	1.91 $\pm$ 0.27	1.97 $\pm$ 0.29	1.85 $\pm$ 0.29
% SOD inhibition	67.25 $\pm$ 9.32	67.83 $\pm$ 9.21	65.82 $\pm$ 12.69

Analysis of variance (ANOVA). Values are expressed as mean  $\pm$  standard deviation. Different symbols (\*, †, ‡)  $p < 0.05$ . MDA: malondialdehyde; AOPP: advanced oxidation protein products; FRAP: ferric reducing antioxidative power; GSH: reduced glutathione; TAC: total antioxidant capacity; SOD: superoxide dismutase.

impair the formation of the fetus during pregnancy and the post-partum period (1,2). Based on the findings of the previous study and of literature data, analyses complementing the results of the nutritional iodine profile were conducted on the same population investigated by Ferreira et al. (1). Thus, the present study investigated the behavior of urinary iodine excretion and how an iodine insufficiency profile can affect thyroid function and oxidative stress biomarkers in pregnant women up to the 14<sup>th</sup> week of gestation.

Assessment of anthropometric parameters is an important tool contributing to the classification of the nutritional status of pregnant women. The BMI of controls was within the normal limits and overweight for the pregnancy group. An adequate BMI in association with a balanced diet regarding macro- and micronutrients helps prevent the onset of complications during the gestational period.

Iodine determination revealed that 81 of 191 pregnant women had iodine insufficiency. According to literature data, inadequate iodine levels may impair the production of TSH, causing the development of goiter (2). Also, an adequate nutritional intake of iodine is of primordial importance for the fetus during and after the gestational period (12).

However, the iodine deficiency detected in the pregnant women did not affect TSH or anti-TPO and anti-TG antibody levels. Studies have revealed that joint quantitation of anti-TPO and anti-TG antibodies can be used as a method for the diagnosis of autoimmune thyroid diseases. Women with high levels of these antibodies may be at higher risk of developing autoimmune thyroiditis during the puerperium (27-29). In a study of 127 pregnant women, Felipe et al. (30) observed that 11.3% of them had negative anti-TPO antibody levels. Thus, the lack of alteration of this parameter suggests that these pregnant women do not require treatment during gestation. Regarding TSH, its levels can become abnormal when thyroid hormones remain within values indicating a diagnosis of subclinical hypothyroidism and subclinical thyrotoxicosis (31).

The results of the classification of TSH values concerning anti-TPO and anti-TG antibodies did not reveal any difference between pregnant women with iodine insufficiency and those with adequate iodine levels. These data indicate that the level of iodine insufficiency of these patients did not induce changes in the antibody profile. The same can be suggested for ioduria levels since there was no significant difference in the case in question. Rebagliato et al. (32) assessed the levels of iodine intake in women and concluded that there was no association between iodine levels and TSH concentrations. The same was suggested by another study conducted by Soldin et al. (33).

Assessment of the oxidative stress profile of the control and pregnant women's groups revealed that the values of the oxidant marker MDA were higher in the control group than in the group of pregnant women. The opposite was observed for AOPP, whose value was higher among the pregnant women compared to control. Studies have indicated that oxidative metabolism increases during pregnancy due to the increased oxygen demand of mother and fetus, thus inducing free radical production (34).

Iodine deficiency is associated with pregnancy complications and it is a risk factor for pre-eclampsia and oxidative stress (12). Studies have pointed out that optimal levels of iodine intake induced an improvement of the antioxidant profile (9). In a study by Wu et al. (9), the group of pregnant women showed lower GSH,  $\alpha$ -tocopherol, and FRAP levels compared to control. Conversely, TAC and SOD levels were higher in the group of pregnant women compared to control. In the present study, the iodine insufficiency observed in 81 pregnant women may have provoked a worsening of the antioxidant profile together with an increase of AOPP for this group. In addition, studies have indicated that iodination of arachidonic acid leads to the formation of iodine-lipids that act as ligands of the peroxisome proliferator-activated receptor gamma, regulating the expression of the SOD gene (35,36). The elevation of TAC and SOD in the present group of pregnant women suggests that adequate iodine levels are important for the equilibrium of oxidative stress during pregnancy.

Regarding TSH classification, the oxidative stress markers did not differ between pregnant women with iodine insufficiency and with adequate iodine levels. Regarding ioduria, an increase was observed in the activity of  $\alpha$ -tocopherol, an antioxidant with high biological activity among women, with adequate iodine levels. Studies have shown that adequate iodine levels can reduce the oxidative stress status in pregnant women and that iodine may have an indirect action on enzymatic regulation (12,37). These data indicate that a diet with adequate iodine content can be a preventive factor of gestational complications.

On the basis of the results obtained, we conclude that mild to moderate iodine insufficiency did not induce changes in TSH or antibody levels. In addition, pregnant women with adequate urinary iodine excretion showed a better profile of the antioxidant  $\alpha$ -tocopherol, indicating that iodine may play a significant role in antioxidant capacity during pregnancy and that its insufficiency may be harmful to the health of mother and fetus.

## FINANCIAL SUPPORT

The study was financed by “Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Assistência – FAEPA” of HCRP-FMRP.

## REFERENCES

1. Ferreira SMS, Navarro AM, Magalhães PKR, Maciel LMZ. Iodine insufficiency in pregnant women from the State of São Paulo. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2014;58(3):282-7.
2. Zimmermann BM, Anderson M. Update on iodine status worldwide. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes* 2012;19(5):382-7.
3. World Health Organization (WHO)/United Nations Children's Fund/International Council for the Control of Iodine Deficiency Disorders. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination: a guide for programme managers. 3rd ed.: WHO; 2007.
4. Dietary Reference Intakes. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium and zinc. Food and Nutrition Board. Washington, DC: National Academy Press; 2001. pp. 258-89.
5. Semba RD, Delange F. Iodine in human milk: perspectives for infant health. *Nutr Rev* 2001;59(8 Pt 1):269-78.
6. Zimmermann BM. Iodine deficiency. *Endocr Rev* 2009;30(4):376-408.
7. De Lima LF, Barbosa JRF, Navarro AM. Excess ioduria in infants and its relation to the iodine in maternal milk. *J Trace Elem Med Biol* 2013;27(3):221-5.
8. Yarrington C, Pearce E. Iodine and pregnancy. *J Thyroid Res* 2011;2011:934104.
9. Wu YX, Li LJ, Chen GY, Zhao WD, Qiu MC. Effects of supplementation of different kinds of iodine on the antioxidative ability of retina in iodine deficient rats. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi* 2003;39(8):495-8.
10. Aceves C, Anguiano B, Delgado G. The extrathyronine actions of iodine as antioxidant, apoptotic, and differentiation factor in various tissues. *Thyroid* 2013;23(8):938-46.
11. Fenzi V, Flegar-Mestric Z, Perkov S, Andrisic L, Tatzber F, Zarkovic N, et al. Trace elements and oxidative stress in hypertensive disorders of pregnancy. *Arch Gynecol Obstet* 2013;287(1):19-24.
12. Vidal ZEO, Rufino SC, Tlaxcalteco EH, Trejo CH, Campos RM, Meza MN, et al. Oxidative stress increased in pregnant women with iodine deficiency. *Biol Trace Elem Res* 2014;157(3):211-7.
13. Cuellar-Rufi S, Navarro-Meza M, García-Solís P, Xochihua-Rosas I, Arroyo-Helguera O. Iodine levels are associated with oxidative stress and antioxidant status in pregnant women with hypertensive disease. *Nutr Hosp* 2017;34(3):661-6.
14. Barreiros ALBS, David JM, David JP. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. *Quím Nova* 2006;29(1):113-23.
15. Mohanty S, Sahu PK, Mandal MK, Mohapatra PC, Panda A. Evaluation of oxidative stress in pregnancy induced hypertension. *Indian J Clin Biochem* 2006;21(1):101-5.
16. Valko M, Leibfritz D, Moncol J, Cronin MTD, Mazur M, Telser J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Int J Biochem Cell Biol* 2007;39(1):44-84.
17. Vitale M, Di Matola T, D'ascoli F, Salzano S, Bogazzi F, Fenzi G, et al. Iodide excess induces apoptosis in thyroid cells through an independent mechanism involving oxidative stress. *Endocrinology* 2000;141(2):598-605.
18. Mohanty S, Sahu PK, Mandal MK, Mohapatra PC, Panda A. Evaluation of oxidative stress in pregnancy induced hypertension. *Indian J Clin Biochem* 2006;21(1):101-5.
19. Ministério da Saúde, Brasil. Conselho Nacional de Saúde Comissão Nacional de Ética em Pesquisa. Resolução nº 196/96 versão 2012. Dispõe dos principais documentos internacionais sobre pesquisas que envolvem seres humanos. Brasília: Ministério da Saúde; 2012.
20. World Health Organization (WHO). Obesity: preventing and managing the global epidemic. WHO Obesity Technical Report Series, n. 284. Report of a World Health Organization Consultation. Geneva: WHO; 2000. p. 256.
21. Gerard-Monnier D, Erdelmeier I, Regnard K, Moze-Henry N, Yadan JC, Chaudiere J. Reactions of 1-methyl-2-phenylindole with malondialdehyde and 4-hydroxyalkenals. Analytical applications to a colorimetric assay of lipid peroxidation. *Chem Res Toxicol* 1998;11(10):1176-83.
22. Witko-Sarsat V, Friedlander M, Capeillère-Blandin C, Nguyen-Khoa T, Nguyen AT, Zingraff J, et al. Advanced oxidation protein products as a novel marker of oxidative stress in uremia. *Kidney Int* 1996;49(5):1304-13.
23. Costa CM, Santos RCC, Lima ES. A simple automated procedure for thiol measurement in human serum samples. *J Bras Patol Med Lab* 2006;42(5):345-50.
24. Benzie IF, Strain JJ. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: the FRAP assay. *Anal Biochem* 1996;239(1):70-6.
25. Erel O. A novel automated direct measurement method for total antioxidant capacity using a new generation, more stable ABTS radical cation. *Clin Biochem* 2004;37(4):277-85.
26. Arnaud J. Simultaneous determination of retinol,  $\alpha$ -tocopherol and  $\beta$ -carotene in serum by isocratic HPLC. *J Chromatogr* 1991;572(1-2):103-16.
27. Davies TF, Cobin RH. Thyroid disease in pregnancy and the postpartum period. In: Cohen WR (ed.). *Cherry and Merkatz's complications of pregnancy*. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2000. p. 22.
28. Loh TP, Tee JCS, Tee NWS, Cheng WL, Thevarajah M, Sabir N, et al. Association between thyroid function tests and anti-thyroid peroxidase (TPO) antibodies in pregnancy. *Endocrine* 2016;53(3):865-7.
29. Delshad H, Touhidi M, Abdollahi Z, Hedayati M, Salehi F, Azizi F. Inadequate iodine nutrition of pregnant women in an area of iodine sufficiency. *J Endocrinol Invest* 2016;39(7):755-62.
30. Felipe CL, Medina CC, Siero NL, Alexandru B, Vaisman M. Is an upper limit of 2.5 mIU/L for TSH appropriate for the first trimester of pregnancy among young TPO-women? *Gynecol Endocrinol* 2010;26(1):54-7.
31. Matthew L. *Tireoide*. In: Goldman L. *Cecil Medicina*. 23rd ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2009. pp. 1665-80.
32. Rebagliato M, Murcia M, Espada M, Álvarez-Pedrerol BF, Vioque J, Basterrechea M, et al. Iodine intake and maternal thyroid function during pregnancy. *Epidemiology* 2010;21(1):62-9.
33. Soldin OP, Tractenberg RE, Pezzullo JC. Do thyroxine and thyroid-stimulating hormone levels reflect urinary iodine concentrations? *Ther Drug Monit* 2005;27(2):178-85.
34. Mohanty S, Nayak N, Nanda NN, Rao P. Serum lipids and malondialdehyde levels in primiparous patients with pregnancy induced hypertension. *Indian J Clin Biochem* 2006;21(1):189-92.
35. Núñez-Anita RE, Arroyo-Helguera O, Cajero-Juárez M, López-Bojorquez L, Aceves C. A complex between 6-iodolactone and the peroxisome proliferator-activated receptor type gamma may mediate the antineoplastic effect of iodine in mammary cancer. *Prostaglandins Other Lipid Mediat* 2009;89(1-2):34-42.
36. Yoo HY, Chang MS, Rho HM. Induction of the rat Cu/Zn superoxide dismutase gene through the peroxisome proliferator responsive element by arachidonic acid. *Gene* 1999;234(1):87-91.
37. Yarrington C, Pearce EN. Iodine and pregnancy. *J Thyroid Res* 2011;2011:934104.



## Trabajo Original

Otros

### Effect of symbiotic supplementation on fecal calprotectin levels and lactic acid bacteria, *Bifidobacteria*, *Escherichia coli* and *Salmonella* DNA in patients with cervical cancer *Efecto de la suplementación con simbióticos sobre los niveles de calprotectina fecal y ADN de bacterias ácido lácticas, Bifidobacteria, Escherichia coli y Salmonella en pacientes con cáncer cervical*

Luis Humberto de Loera-Rodríguez<sup>1</sup>, Genaro Gabriel Ortiz<sup>1</sup>, Paloma Rivero-Moragrega<sup>1</sup>, Irma Ernestina Velázquez-Brizuela<sup>1</sup>, Juan F. Santoscoy<sup>1</sup>, Ana Rosa Rincón-Sánchez<sup>2</sup>, Claudia Charles-Niño<sup>2</sup>, José A. Cruz-Serrano<sup>3</sup>, Alfredo de J. Celis de la Rosa<sup>4</sup>, Fermín P. Pacheco-Moises<sup>5</sup> and Refugio Medrano-González<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Laboratory of Development, Aging and Neurodegenerative Diseases. Neurosciences Division. Western Biomedical Research Centre. Mexican Social Security Institute. Guadalajara, Jalisco. Mexico. <sup>2</sup>Health Sciences Center. University of Guadalajara. East Guadalajara, Jalisco. Mexico. <sup>3</sup>Kurago Biotech SA de CV. Zapopan, Jalisco. Mexico. <sup>4</sup>Department of Public Health. University Center for Health Sciences. Guadalajara, Jalisco. Mexico. <sup>5</sup>Department of Chemistry, Exact Sciences and Engineering Center. University of Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. Mexico. <sup>6</sup>Jalisco-Institute of Cancerology SSA. Guadalajara, Jalisco. Mexico

#### Abstract

**Background:** patients with cervical cancer (CC) receiving chemotherapy and radiotherapy have several gastrointestinal adverse effects.

**Objective:** to evaluate the effect of dietary symbiotic supplementation on fecal calprotectin (FCP), bacterial DNA levels, and gastrointestinal adverse effects in patients with CC.

**Methods:** clinical, controlled, randomized, double-blind trial. Patients consumed symbiotics or placebo three times a day for seven weeks. FCP was assessed by Elisa method. DNA from probiotic and pathogenic bacteria were determined by quantitative real-time polymerase chain reaction. Diarrheal evacuations were evaluated with the Bristol stool form scale and nausea and vomiting were measured using the scale of the National Institute of Cancerology of the United States.

**Results:** after a seven-week treatment, FCP concentration was lower in the symbiotic group compared to the control group ( $p < 0.001$ ). Stool consistency in the placebo and symbiotic groups was similar at baseline. A significant improvement in stool consistency was obtained in both groups at the end of the intervention ( $p < 0.001$ ). The concentrations and total proportions of the probiotic and pathogenic bacteria were similar in both groups. Nausea significantly diminished in both groups ( $p < 0.001$ ) at the end of the trial. Furthermore, the symbiotic group had a statistically significant decrease in the frequency and intensity of vomiting when compared to the control group ( $p < 0.001$ ).

**Conclusions:** the symbiotic treatment decreases significantly the FCP levels and the frequency and intensity of vomiting in patients with CC.

#### Key words:

Fecal calprotectin.  
Cervical cancer.  
Symbiotic. qPCR.

#### Resumen

**Introducción:** los pacientes con cáncer cervical (CC) tratados con quimioterapia y radioterapia tienen frecuentemente efectos gastrointestinales adversos (EGA).

**Objetivo:** evaluar el efecto de la suplementación dietética con simbióticos en la calprotectina fecal (FCP), el DNA bacteriano y sobre los EGA en pacientes con CC.

**Métodos:** se realizó un ensayo clínico, aleatorizado y doble ciego. Los pacientes ingirieron simbióticos o placebo tres veces al día durante siete semanas. La FCP se evaluó mediante el método de ELISA. El ADN bacteriano se cuantificó mediante PCR en tiempo real. Las evacuaciones se evaluaron con la escala de Bristol y las náuseas y los vómitos se cuantificaron utilizando la escala del Instituto Nacional de Cancerología (USA).

**Resultados:** después de siete semanas de tratamiento, la concentración de FCP fue menor en el grupo tratado con simbióticos en comparación al grupo control ( $p < 0,001$ ). La consistencia de las heces en los grupos tratados con placebo y simbióticos fue similar al inicio del estudio. Se obtuvo una mejora significativa en la consistencia de las heces en ambos grupos al final de la intervención ( $p < 0,001$ ). Los niveles de las bacterias probióticas y patógenas fueron similares en ambos grupos. Los casos de náuseas disminuyeron en ambos grupos ( $p < 0,001$ ) y el grupo tratado con simbióticos tuvo una disminución significativa en la frecuencia e intensidad de los vómitos en comparación al grupo control ( $p < 0,001$ ).

**Conclusiones:** el tratamiento simbiótico disminuye significativamente los niveles de FCP y la frecuencia e intensidad del vómito en pacientes con CC.

#### Palabras clave:

Calprotectina fecal.  
Cáncer cervical.  
Simbióticos. qPCR.

Received: 17/01/2017 • Accepted: 23/06/2018

Loera-Rodríguez LH, Ortiz GG, Rivero-Moragrega P, Velázquez-Brizuela IE, Santoscoy JF, Rincón-Sánchez AR, Charles-Niño C, Cruz-Serrano JA, Celis de la Rosa AJ, Pacheco-Moises FP, Medrano-González R. Effect of symbiotic supplementation on fecal calprotectin levels and lactic acid bacteria, *Bifidobacteria*, *Escherichia coli* and *Salmonella* DNA in patients with cervical cancer. *Nutr Hosp* 2018;35(6):1394-1400  
DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1762>

#### Correspondence:

Genaro Gabriel Ortiz. Laboratory of Development, Aging and Neurodegenerative Diseases. Neurosciences Division. Western Biomedical Research Centre. Mexican Social Security Institute. Sierra Mojada, 800. 44340 Guadalajara, Jalisco. Mexico  
e-mail: [genarogabriel@yahoo.com](mailto:genarogabriel@yahoo.com)

## INTRODUCTION

The International Agency for Research on Cancer of the World Health Organization (WHO) estimates that the incidence and the worldwide mortality of cancer are increasing. About ten million new cases of cancer are reported annually (1). Seventy-eight percent of the cases of CC occur in developing countries in which the use of preservatives is infrequent and early diagnostic testing, in general, is not available for the population (2). In Mexico, CC is the second most common cause of malignant tumors in women  $\geq 25$  years old and the highest incidence rate is present in women older than 45 years, specifically in those between 60 and 64 years of age (incidence rate of 15.5), followed by those between 45 and 49 years of age (incidence rate of 12.6); in all cases, the rates are calculated for every 100,000 women more than ten years of age (3).

CC initiates as a cellular dysplasia of the cervix epithelium and has been found to be highly associated to the human papilloma virus (HPV), which is able to cause genetic transformation in the epithelial cells of the cervix, through the expression of proteins E6 and E7 which interact with p53 and RB proteins. Thus, affecting the cell cycle (4).

CC is classified histologically as: epidermoid carcinoma, adenocarcinoma, and adenosquamous carcinoma. There are several classifications of the clinical staging. The most commonly used is the classification established by the International Federation of Gynecology and Obstetrics (FIGO) (5). The treatment of CC depends on the stage of the disease and includes surgery, chemotherapy and radiation. However, chemotherapy and radiotherapy have serious side effects. For instance, 5-15% of patients treated with radiation will develop enteritis, which persists months or even years after therapy is completed (7).

About 5% of the total protein contents of leukocytes and 30-60% of their cytosolic protein is calprotectin (CP). In infectious and inflammatory processes, plasma CP levels increase 5 to 40 fold above normal values (6-8). The FCP is a marker strongly associated with colorectal inflammation; when fecal CP/plasma CP ratio is higher than 6, it has a 100% sensitivity and 94% specificity in the diagnosis of enteritis (6-8). For this reason, FCP level has been chosen in this study as a measurement of the enteric inflammatory status.

Symbiotics are products that contain both prebiotics and probiotics (*Bacteroides*, *Eubacterium*, *Lactobacilli* and *Bifidobacteria*), which are known to exert various health benefits, such as immunomodulation, reduction of glucose and cholesterol, inactivation of carcinogens, anti-inflammatory and maintenance of intestinal integrity (9,11). Prebiotics, such as inulin and oligofructose, are substances that stimulate the growth of non-pathogenic bacteria such as *Lactobacilli* and *Bifidobacteria*, which inhibit the growth of pathogenic bacteria, thus decreasing inflammation. Oral supplementation with symbiotics has been shown to reduce the inflammatory process in intestinal diseases such as interspecific chronic ulcerative colitis, Crohn's disease and radiation enteritis (12-14). In addition, prebiotics such as oligofructose-enriched inulin are associated with an early reduction in FCP (14,15). Therefore, the

aim of this work is to assess the effect of dietary symbiotic supplementation on FCP, bacterial DNA levels, and gastrointestinal adverse effects in patients with CC who were treated with chemotherapy and radiotherapy at the Jalisco Institute of Cancerology (IJC).

## MATERIAL AND METHODS

### STUDY DESIGN

This study was a randomized, double-blind, controlled trial in patients with the diagnosis of CC, histologically classified as adenocarcinoma or epidermoid, in stage II and III of FIGO, who were currently in treatment with chemotherapy and radiotherapy at the Jalisco Institute of Cancerology. The size of the sample was obtained with the calculation of the formula when it is expected to find a difference in averages and the standard deviation is known, given a 95% reliability and a power of 80%, using as a variable the fecal calprotectin (16). All participants were fully informed of the study procedures and provided written informed consent. This study was performed according to the updated Declaration of Helsinki, the General Health Law on Research for Health and the Guidelines for Good Clinical Practices in Research for Health 2012. All procedures were approved by the Committee of Ethics, Teaching and Research of the Jalisco Institute of Cancerology (Registry number 008/2011). Identification numbers were assigned to assure patient confidentiality. Patients were randomly assigned in a 1:1 ratio to receive symbiotic treatment or placebo, with a computer-generated randomization sequence. To ensure masking between the symbiotic and placebo, gels were identical in appearance, packaging, and labeling. The symbiotic used contained:  $1 \times 10^7$  colony-forming unit (CFU)/g biogel of *Lactobacillus acidophilus* NCFM, *Bifidobacterium lactis* Bi-07  $1 \times 10^6$  CFU/g biogel, and blue agave inulin.

These patients were divided into two groups: 35 patients received the symbiotic supplement and 35 received placebo. Both groups received 20 g gels; patients had to ingest one gel 30 minutes before breakfast, one gel 30 minutes before lunch and one gel 30 minutes before dinner, for seven weeks. The diet of each patient was monitored every 15 days to ensure that no diet modifications were done throughout the intervention. This was supervised by the nutritionist's team at the IJC.

Patients were randomly assigned in a 1:1 ratio to receive oral symbiotics or placebo, with a computer-generated randomization sequence (blocks of 2-4). To ensure masking between the symbiotics and the placebo, gels were identical in appearance, packaging and labeling.

### SAMPLE COLLECTION

Fecal samples ( $> 10$  g) were collected from each participant in a sterile container at 0, 4 and 7 weeks. Fecal samples were immediately frozen at  $-70$  °C until use.

## DETERMINATION OF FECAL CALPROTECTIN

Fecal calprotectin was quantified using the enzyme-linked immunosorbent assay, with a highly specific monoclonal antibody for calprotectin, known as the rapid test of calprotectin Quantum Blue®. The assays were performed according to the manufacturer's instructions. The signal intensities of the samples were measured quantitatively by the Quantum Blue® reader from BÜHLMANN (9).

## DNA EXTRACTION AND REAL-TIME PCR

The proportions of bacteria of interest in stool samples were determined using the ZR Fecal DNA MiniPrep™ kit (catalog no. D6010, Zymo research) according to the manufacturer's instructions. For the amplification of the specific genomes of the bacteria of interest, the oligonucleotides described elsewhere were used (17,18). The oligonucleotides were synthesized by the company Invitrogen and working solutions were prepared at 2.5 pmol/ml, as indicated previously (17,18).

## DETERMINATION OF GASTROINTESTINAL SIDE EFFECTS

The instrument validated to measure the characteristics of diarrheal evacuations in patients was the Bristol stool form scale (BSFS) and nausea and vomiting was measured with the INC (scale of the National Institute of Cancerology of the United States). The BSFS is a diagnostic medical tool designed to classify the form of human feces ranging from the hardest (type 1) to the softest (type 7). Types 1 and 2 represent hard stools and a slow transit (constipation). Types 3, 4 and 5 are usually considered to be the most "normal" stool form. Types 6 and 7 are considered as abnormally loose/liquid stools (and in conjunction with other symptoms, indicative of diarrhea) (19).

## ADHESION TO TREATMENT

Participants reported daily consumption of the supplement in a consumption posting sheet. The percentage adherence for each subject was determined by the following formula: (number of gels consumed) / (number of gels returned to the physician) × 100. We considered it as an optimal adherence if the percentage was higher than 80%.

## STATISTICAL ANALYSIS

The statistical analysis was performed with the Microsoft Excel system (Windows 8), and with the Statistical Package for Social Sciences (SPSS) in its version 20.0. Results are presented in graphs and comparative tables for each of the variables using

descriptive statistics, univariate and multivariate contrasts, parametric statistics (Student's t-test and ANOVA), non-parametric statistics (Friedman, Wilcoxon, Mann-Whitney and Kolmogorov-Smirnov tests). With regard to the sociodemographic characteristics of the patients, such as marital status, number of sexual partners, place of origin and occupation, they were also performed and analyzed with both programs (Excel and SPSS), making the descriptive statistics with their respective case numbers, as well as the total percentages for both groups with the respective p value.

## RESULTS

### SOCIODEMOGRAPHIC AND CLINICAL DATA

At the beginning of the study, a total of 165 medical records of patients with CC at the JIC were reviewed. Ninety-seven patients met the inclusion criteria for the study. Seventeen patients were excluded from the study: five patients were taking dietary supplements, five died, and seven refused to sign the informed consent, leaving a total of 80 patients. During the study, five patients in each group were removed from the protocol due to changes in treatment, poor adherence to the supplement consumption (< 80%) and presentation of side effects other than nausea and diarrhea.

Patients in both groups had similar sociodemographic (Table I) and clinical (Table II) characteristics at baseline. The mean age of both groups of treatment was similar ( $p = 0.441$ ). No significant differences were found in the marital status ( $p = 0.586$ ), occupation ( $p = 0.586$ ), clinical staging ( $p = 0.502$ ) and histological variant ( $p = 0.374$ ) between both groups (Table II).

### OUTCOMES MEASUREMENTS

A significant increase in the level of FCP was observed at week 7 in the placebo group ( $p < 0.001$ ) at the end of the intervention. In contrast, a significant decrease in the level of fecal CP was detected in the symbiotic group at week 7 ( $p < 0.001$ ) (Fig. 1).

Stool consistency in the placebo and symbiotic groups was similar at baseline. A significant improvement in stool consistency was obtained in both groups at the end of the intervention ( $p < 0.001$ ). However, there is no statistical significance between both groups after a seven-week treatment (Fig. 2).

The levels of nausea in patients with cervical cancer treated with placebo and symbiotics were compared before, during and after the intervention and they were statistically similar. The levels of nausea the patients presented during the intervention significantly diminished in both groups; a  $p < 0.001$  was obtained using the Friedman and Wilcoxon tests (Fig. 3).

We report the number and percentage of cases according to the degree of vomiting in patients with CC treated with placebo or symbiotics. In the control group, vomiting results for grade 2 in 75% of patients before treatment, and this effect was subsequently present in only 10% of the patients.

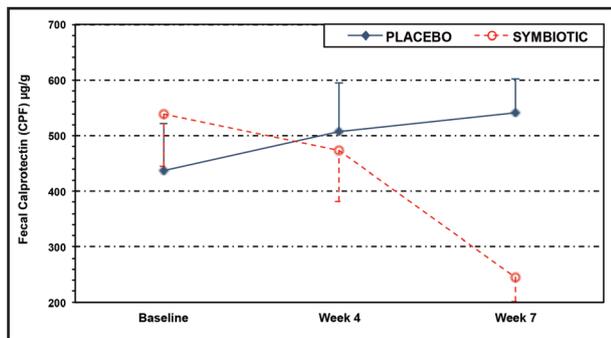
**Table I.** Sociodemographic characteristics of patients with cervical cancer treated with placebo or symbiotics

Characteristics	Symbiotic		Placebo		Total		p-value
	n	%	n	%	n	%	
<i>Civil status</i>							
Single	9	25.7%	1	2.9%	10	14.3%	0.586
Free union	4	11.4%	3	8.6%	7	10.0%	
Married	11	31.4%	18	51.4%	29	41.4%	
Separated	4	11.4%	5	14.3%	9	12.9%	
Widow	7	20.0%	8	22.9%	15	21.4%	
Total	35	100.0%	35	100.0%	70	100.0%	
<i>Number of sexual partners</i>							
0	0	0.0%	3	8.6%	3	4.3%	0.444
1	19	54.3%	21	60.0%	40	57.1%	
2-3	12	34.3%	7	20.0%	19	27.1%	
4-5	3	8.6%	2	5.7%	5	7.1%	
> 5	1	2.9%	2	5.7%	3	4.3%	
Total	35	100.0%	35	100.0%	70	100.0%	
<i>Birthplace</i>							
Guadalajara Metropolitan area	9	25.7%	5	14.3%	14	20.0%	0.544
Interior of the state	12	34.3%	15	42.9%	27	38.6%	
Other states	14	40.0%	15	42.9%	29	41.4%	
Total	35	100.0%	35	100.0%	70	100.0%	
<i>Occupation</i>							
Home	31	88.6%	31	88.6%	62	88.6%	0.586
Worker/merchant	3	8.6%	4	11.4%	7	10.0%	
Professional	1	2.9%	0	0.0%	1	1.4%	
Total	35	100.0%	35	100.0%	70	100.0%	

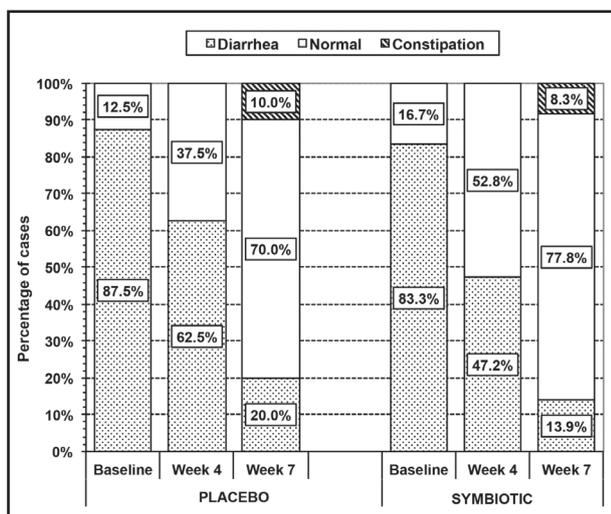
**Table II.** Baseline clinical characteristics of patients with cervical cancer treated with placebo or symbiotics

	Placebo n = 35	Symbiotic n = 35	p-value
Age, years	48.6 ± 14.7	51.2 ± 14.7	0.441
FIGO stage	II (77.1%), III (22.8%)	II (71.4%), III (28.6%)	0.502
Histological type	Adenocarcinoma (20%) Epidermoid (80%)	Adenocarcinoma (17.1%) Epidermoid (82.9%)	0.374
Diabetes mellitus	17.5%	11.1%	0.429
Hypertension	27.5%	16.7%	0.258
Anemia	50.0%	63.8%	0.445
Leukocytosis	22.5%	22.2%	0.977
Hyperglycemia	30.0%	33.4%	0.874
Hypercholesterolemia	20.0%	25.0%	0.267

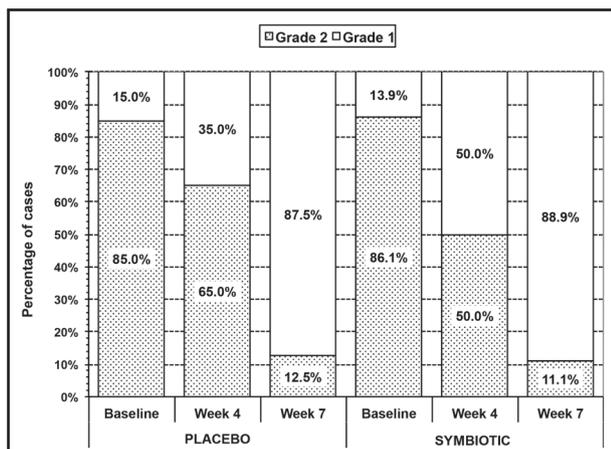
Data are expressed in number, percentage or mean and standard deviation. Student's t-test, Chi-square test or the Fisher's exact test were used.



**Figure 1.** Fecal calprotectin levels in symbiotic and placebo groups.



**Figure 2.** Percentage of cases according to the categories of the Bristol stool form scale in patients with uterine cervical cancer treated with placebo or symbiotics.



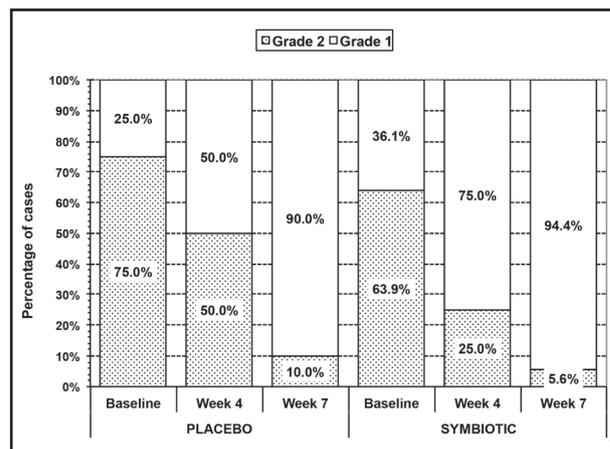
**Figure 3.** Percentage of cases according to the scale of nausea in patients with uterine cervical cancer treated with placebo or symbiotics.

For grade 1, corresponding to the presence of a vomiting in 24 hours, there was an increase of 25% of the patients to 90%, which showed improvement in relation to this side effect. In the other group treated with symbiotics, for vomiting grade 2, 63.9% of the patients presented it before treatment, and after the intervention only in 5.6% of the patients, for grade 1 vomiting occurs in 36.1% of the patients before treatment, for 94% of the patients after the intervention. With the Chi-square test analysis, the comparison of the degree of vomiting between treatments at each of the evaluated moments was significant only during the treatments ( $p = 0.025$ ); the Friedman test and the Wilcoxon test were significant for both treatments ( $p < 0.001$ ) (Fig. 4).

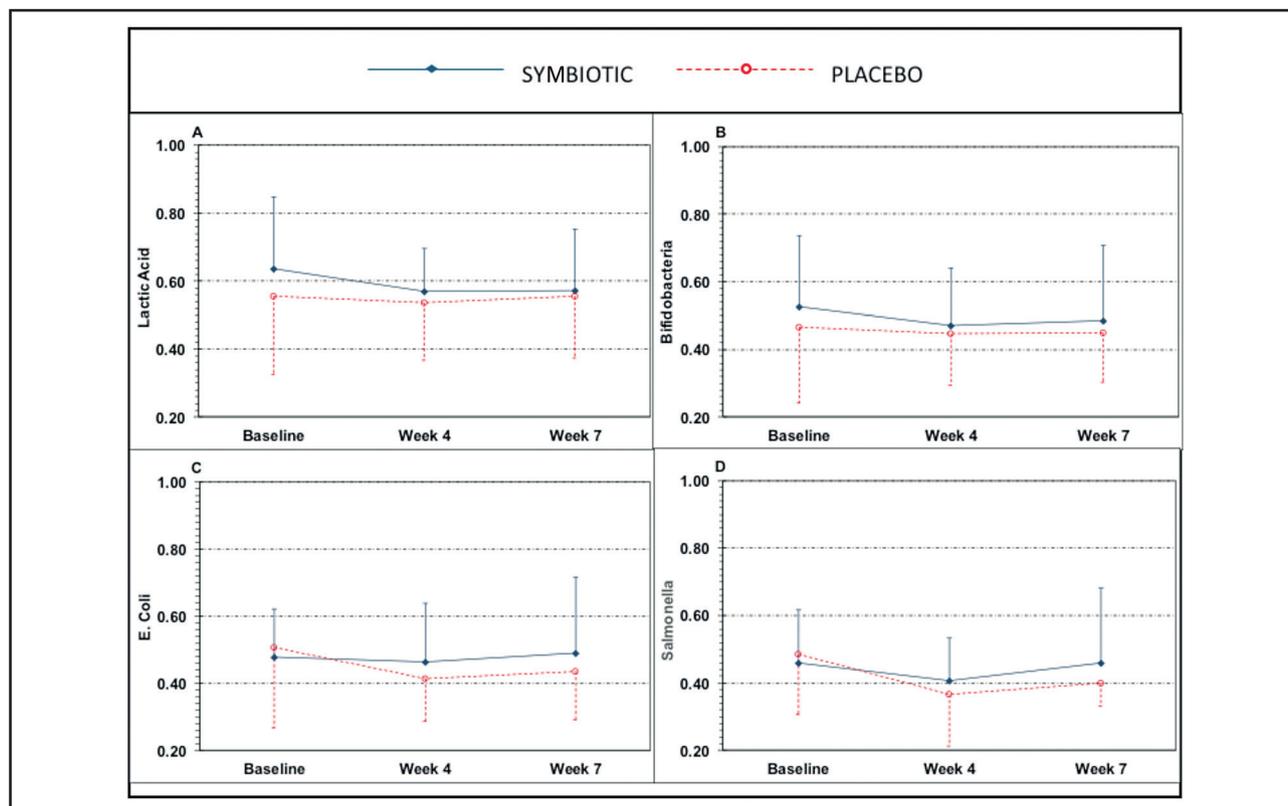
The results of the qPCR in this study did not show significant changes in relation to the concentrations and total proportions of the probiotic bacteria: *Acid lactic* and *Bifidobacteria* versus the pathogenic bacteria, *E. coli* and *Salmonella*, both in the placebo group and the symbiotic group (Fig. 5).

## DISCUSSION

The average age of the patients enrolled in this study was 49 years and was similar to the results published previously for Mexico (4) and the statistics published by the WHO, in which the highest prevalence was found between the ages of 35-50 (WHO 2016). Sociodemographic data showed that 71% of the patients enrolled in this study have a low educational level and 85% do not have a job. These data coincide with studies reporting that a low socioeconomic level is a risk factor for developing CC. Regarding the number of sexual partners of the patients, this study reports that two patients were nubile, 48.5% had one sexual partner, 40% had two to five sexual partners, and 8.5% had more than five sexual partners. These data are in consonance with those previously reported, suggesting that having multiple sexual partners is a risk factor for CC (4).



**Figure 4.** Percentage of cases according to the scale of vomiting in patients with uterine cervical cancer treated with placebo or symbiotics.



**Figure 5.**

Proportion of *Lactic acid bacteria* (A), *Bifidobacteria* (B), *E. coli* (C), and *Salmonella* (D) in samples from patients with uterine cervical cancer treated with placebo or symbiotics.

In this study, FCP levels at the end of the clinical assay were found to increase significantly in the placebo group. In contrast, a significant decrease of calprotectin levels was found in the symbiotics group ( $p < 0.001$ ) (Fig. 3). Fecal calprotectin is a non-invasive marker for the evaluation of the excretion of macrophages in the intestinal lumen and is strongly associated with colorectal inflammation with 100% sensitivity and 94% specificity (22).

The FCP values were used to determine response to treatment and to evaluate asymptomatic patients, as well as to predict relapses of inflammatory bowel disease, taking into consideration that the reference values for healthy individuals are  $< 50 \mu\text{g}/\text{kg}$  of wet feces. Calprotectin levels ranging  $100\text{--}500 \mu\text{g}/\text{kg}$  of wet feces are indicative of colorectal cancer, and  $200\text{--}20,000 \mu\text{g}/\text{kg}$  of wet feces are characteristic of chronic inflammatory bowel disease (23).

The anti-inflammatory effect of the symbiotic treatment is demonstrated by the decrease in the concentration of FCP. In fact, it has been proposed that calprotectin level is the surrogate marker for treatment outcome in relapsing inflammatory bowel disease.

There is increased awareness of the role of the microbiota in maintaining health, since gut microbes are capable of producing a vast range of essential molecules for the human metabolism. For instance, many enzymes produced by microbes influence digestion and health. Therefore, it has been suggested the con-

sumption of symbiotics, lactic ferments of probiotics associated with prebiotic substances such as vitamins and fructo-oligosaccharides, to strengthen the immune system (12,20,21). Probiotic bacteria are effective when they demonstrate: a) effective cell adhesion, which impedes the adhesion of pathogenic bacteria; b) resisting the medium and multiplying; c) being safe, non-invasive, and non-cancerous; and d) living together with the saprophyte microbiota (11,12,20).

The mechanisms of action of probiotics in the human organism is to competitively exclude the enteric pathogens, promote the synthesis of cytokines, adhere to the surface of intestinal cells, produce toxic metabolites such as hydrogen peroxide, neutralize dietary carcinogens, inhibit bacterial growth through the production of lactic acid and bacteriocins, reestablish the saprophytic bacterial microbiota after the antibiotic therapy, and stimulate trophic enterocyte (12,20). It is advisable to incorporate symbiotic foods into the diet in order to strengthen the immune system and inhibit the development of cancer. The symbiotics act as inhibitors of certain oncogenes, and as modulators of the immunological response to combat the infectious agents that have colonized the gastrointestinal tract (20). The groups of pathogenic bacteria with the greatest antagonism against probiotic bacteria are *E. coli* and *Salmonella* species, a situation that was considered in this study to determine and quantify the interaction of these bacterial groups against the probiotic bacteria such as *Lactobacilli* and *Bifidobacteria* (12,20).

In a previous study using an endotoxic shock model, it was found that symbiotic treatment has beneficial effects. For instance, symbiotic treatment improved the survival rate of lipopolysaccharide-treated rats, ameliorated the clinical symptomatology, reduced the production of serum proinflammatory cytokines (TNF- $\alpha$ , IL-6, IL-1 $\beta$ ), and preserved the mitochondrial membrane fluidity and ATPase activity (24). In a recent, randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial conducted in two public hospitals, it was found that the administration of a symbiotic gel is a safe and simple way to get a significant reduction in prevalence and monthly episodes of vomit, heartburn, and stomachache, as well as a significant decrease in gastrointestinal symptoms severity in hemodialysis patients (25). Furthermore, short-term symbiotic treatment in patients with end-stage renal disease can lead to the increase of *Bifidobacterium* counts, maintaining the intestinal microbial balance (26).

Our data support the potential prophylactic role of symbiotics for the treatment of some gastrointestinal side effects of radiotherapy and chemotherapy in patients with CC. However, it is necessary to do longer studies to investigate if the treatment with symbiotics improves the levels of probiotic bacteria in these patients.

There were some limitations in this study: one was the sample size to evaluate the microbiological outcomes and, regarding patient care, it lacks long term follow-up evaluations. It is important to mention that we are currently starting a new project with a microarray assay where we will directly analyze the microbiota before, during and after the treatment with these symbiotics.

## CONCLUSION

In this study, we found the possibility of reducing some side effects of chemotherapy and radiotherapy in CC patients with the supplementation of symbiotics. Symbiotic treatment reduces the level of fecal CP, as well as the frequency and intensity of vomiting.

## CONFLICT OF INTEREST

The symbiotic supplement gel and the placebo gel were kindly provided free of charge by Kurago Biotech SA de CV.

## REFERENCES

1. Ferlay J, Soerjomataram I, Dikshit R, Eser S, Mathers C, Rebelo M, et al. Cancer incidence and mortality worldwide: sources, methods and major patterns in GLOBOCAN 2012. *Int J Cancer* 2015;136(5):359-86.
2. Sánchez-Román FR, Carlos-Rivera, FJ, Guzmán-Caniupan JA, Escudero-de los Ríos P, Juárez-Pérez CA, Aguilar-Madrid G. Costos de atención médica por cáncer cervicouterino. *Rev Med Inst Mex Seg Soc* 2012;50(1):99-106.
3. Torres-Poveda KJ, Cruz-Valdez A, Madrid-Marina V. Epidemiología del cáncer cérvico uterino. *Gac Mex Oncol* 2014;13(4):4-17.
4. Eun Y, Jong P. The role of HPV E6 and E7 oncoproteins in HPV-associated cervical carcinogenesis. *Cancer Res ad Treat* 2005;37(6):319-3247.
5. Pecorelli S, Zigliani L, Odicino F. Revised FIGO staging for carcinoma of the cervix. *Int J Gynecol Obstet* 2009;105(2):107-8.
6. O'Brien PH, Jenrette JM, Garvin AJ. Radiation enteritis. *Am Surg* 1987;53(9):501-4.
7. Rodrigo L. Calprotectina fecal. *Rev Esp Enf Dig* 2007;99(12):683-8.
8. Costa F, Mumolo MG, Ceccarelli L, Bellini M, Romano MR, Sterpi C, et al. Calprotectin is a stronger predictive marker of relapse in ulcerative colitis than in Crohn's disease. *Gut* 2005;54:364-8.
9. Walsham NE, Sherwood RA. Fecal calprotectin in inflammatory bowel disease. *Clin Exp Gastroenterol* 2016;9:21-9.
10. Sharma M, Shukla G. Metabiotics: one step ahead of probiotics; an insight into mechanisms involved in anticancerous effect in colorectal cancer. *Front Microbiol* 2016;7:1940.
11. Kaur IP, Chopra K, Saini A. Probiotics: potential pharmaceutical applications. *Eur J Pharm Sci* 2002;15(1):1-9.
12. De las Cagigas AL, Blanco J. Prebióticos y probióticos, una relación beneficiosa. *Rev Cub Aliment Nutr* 2002;16(1):63-8.
13. Lytvyn L, Quach K, Banfield L, Johnston BC, Mertz D. Probiotics and symbiotics for the prevention of postoperative infections following abdominal surgery: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Hosp Infect* 2016;92(2):130-9.
14. Flesch AG, Poziomyck AK, Damin DC. The therapeutic use of symbiotics. *Arq Bras Cir Dig* 2014;27(3):206-9.
15. Montalto M, Gallo A, Ianaro G, Santoro L, D'Onofrio F, Ricci R, et al. Can chronic gastritis cause an increase in fecal calprotectin concentrations? *World J Gastroenterol* 2010;16(27):3406-10.
16. Damaskos D, Kolios G. Probiotics and prebiotics in inflammatory bowel disease: microflora "on the scope". *Br J Clin Pharmacol* 2008;65(4):453-67.
17. Vienvilay L, Betancourt L, Rodríguez F. Determinación y cuantificación de bacterias acidolácticas por PCR en tiempo real. *Rev MVZ Córdoba* 2010;15(1).
18. Bisi MA, Obi CL, Vasaikar SD, Baba KA, Hattori T. Molecular basis of virulence in clinical isolates of *Escherichia coli* and *Salmonella* species from a tertiary hospital in the Eastern Cape, South Africa. *Gut Pathog* 2011;3(1):9.
19. Heaton KW, Lewis SJ. Stool form scale as a useful guide to intestinal transit time. *Scand J Gastroenterol* 1997;32:920-4.
20. Gupta V, Garg R. Probiotics. *Indian J Med Microbiol* 2009;27(3):202.
21. Arslanoglu S, Moro GE, Schmitt J, Tandoi L, Rizzardi S, Boehm G. Early dietary intervention with a mixture of prebiotic oligosaccharides reduces the incidence of allergic manifestations and infections during the first two years of life. *J Nutr* 2008;138(6):1091-5.
22. Prasad J, Gill H, Smart J, Gopal PK. Selection and characterization of *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains for use as probiotics. *Int Dairy J* 1998;8(12):993-1002.
23. Erbayrak M, Turkyay C, Eraslan E, Cetinkaya H, Kasapoglu B, Bektas M. The role of fecal calprotectin in investigating inflammatory bowel diseases. *Clinics (Sao Paulo)* 2009;64(5):421-5.
24. Gonzalez ED, Ortiz GG, Pacheco FP, Cruz JA, Celis AJ, Bitzer OK, et al. Efficacy of symbiotics in an experimental model of endotoxic shock induced by lipopolysaccharide from *Escherichia coli*. *Int J Food Nutr Sci* 2016;3(3):1-7.
25. Viramontes D, Márquez F, Martín F, Vizmanos B, Sandoval A, Armendáriz J, et al. Effect of a symbiotic gel (*Lactobacillus acidophilus* + *Bifidobacterium lactis* + Inulin) on presence and severity of gastrointestinal symptoms in hemodialysis patients. *J Ren Nutr* 2015;25(3):284-91.
26. Cruz J, Martínez NE, Martín del Campo F, Viramontes D, Vizmanos B, Muñoz JF, et al. Effects of a symbiotic on gut microbiota in Mexican patients with end-stage renal disease. *J Ren Nutr* 2014;24(5):330-5.



## Trabajo Original

### Análisis de las acciones de promoción de la actividad física desarrolladas por las universidades públicas valencianas

#### *Analysis of the promoting actions of physical activity developed by Valencian public universities*

José Miguel Martínez-Sanz<sup>1,2</sup>, Adrián Gómez-Arenas<sup>3</sup>, Miguel García-Jaén<sup>3,4</sup>, Isabel Sospedra<sup>1,2</sup>, Aurora Norte<sup>1,2</sup> y Juan Manuel Cortell-Tormo<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Enfermería. Universidad de Alicante. Alicante. <sup>2</sup>Grupo de investigación en Alimentación y Nutrición (ALINUT). Universidad de Alicante. Alicante. <sup>3</sup>Facultad de Educación. Universidad de Alicante. Alicante. <sup>4</sup>Departamento de Didáctica General y Didácticas Específicas. Universidad de Alicante. Alicante

### Resumen

**Introducción:** la Red Valenciana de Universidades Públicas Saludables (RVUPS) se enmarca en los entornos saludables de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Su objetivo es conseguir universidades más saludables a través de diferentes líneas de actuación, destacando entre ellas la de la promoción de la actividad física (AF) y el deporte.

**Objetivo:** este estudio tiene por objeto analizar y revisar las actividades desarrolladas por la RVUPS sobre promoción de la AF y valorar mediante informadores clave la necesidad de implantar un servicio de AF dentro del ámbito universitario.

**Métodos:** por una parte, se realizó un análisis y estudio de las actividades y servicios que se desarrollan para promocionar la AF y el deporte y que están incluidos en la sección de "Universidad Saludable" de cada una de las universidades que conforman la RVUPS (n = 5). Además, se realizó por otra parte un estudio cualitativo a informadores clave de la Universidad de Alicante (n = 16) para conocer la percepción de cada uno de ellos sobre la utilidad de implantar un servicio de actividad física dentro del ámbito universitario.

**Resultados:** actualmente, las universidades valencianas no cubren todas las necesidades para alcanzar un adecuado estado de bienestar. Como respuesta, algunas universidades ofrecen actividades individualizadas para prevenir y tratar alguna de las patologías que mayor incidencia tienen en la actualidad. Además, se están implantando nuevos servicios que integran a todos los profesionales de la salud a fin de conseguir un servicio más completo e integral a su comunidad. El estudio cualitativo reveló que entrevistados también perciben tales necesidades y, por tanto, apoyan estas iniciativas, considerando que un servicio de AF y nutrición sería una interesante opción de implantación en las universidades.

**Conclusiones:** es necesario reforzar el fomento de la práctica de AF dentro de la comunidad universitaria, a través de pautas saludables y con la implantación de un servicio de prevención del dolor de espalda. La integración de servicios de AF y nutrición podría incidir en la mejora de la salud de la comunidad universitaria, a la vez que aumentaría la práctica de AF, realizando una valoración de la condición física y una prescripción de ejercicio físico acorde a las condiciones de salud de cada persona.

#### Palabras clave:

Promoción de la salud. Actividad física. Calidad de vida. Servicios preventivos de salud. Prevención primaria.

### Abstract

**Background:** the Valencian Network of Healthy Public Universities (RVUPS) is part of the healthy environments of the World Health Organization (WHO). The aim of the network is to achieve healthier universities through different lines of action, emphasizing the promotion of physical activity and sports.

**Aim:** the purpose of this study was to analyze and review the activities developed by the RVUPS on the promotion of FA and to assess, through key informants, the need to implement an AF service within the university context.

**Methods:** on the one hand, an analysis and review of the activities and services developed to promote FA and sports that are included in the "Healthy University" section of each of the universities that make up the RVUPS (n = 5) was carried out. In addition, a qualitative study was developed interviewing key informants from the University of Alicante (n = 16), with the aim to know their perception about the utility of implementing a physical activity service within the university context.

**Results:** currently, Valencian universities do not cover all the needs to achieve an adequate well-being state. In response, some universities from RVUPS offer individualized activities to prevent and treat some of the chronic pathologies that currently have a highest incidence in population. In addition, new services are being implemented, which integrate all health professionals in order to achieve a more comprehensive service to their population. The qualitative study revealed that interviewees also perceive such needs and, therefore, support these initiatives, considering that a physical activity and nutrition service would be an interesting option for implementation into universities.

**Conclusion:** it is necessary to strengthen the promotion of the practice of physical activity within university population, through healthy breaks, and also with the implementation of a back pain prevention and rehabilitation service. The integration of physical activity and nutrition services could affect the improvement of the health of the university population, and would increase the physical practice, carrying out an assessment of physical fitness and a proper prescription of exercise, according to the personal health conditions of each member of the university population.

#### Key words:

Health promotion. Physical activity. Quality of life. Preventive health services. Primary prevention.

Recibido: 17/01/2018 • Aceptado: 13/05/2018

Martínez-Sanz JM, Gómez-Arenas A, García-Jaén M, Sospedra I, Norte A, Cortell-Tormo JM. Análisis de las acciones de promoción de la actividad física desarrolladas por las universidades públicas valencianas. *Nutr Hosp* 2018;35(6):1401-1415

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1779>

#### Correspondencia:

Aurora Norte. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Alicante. Campus de Sant Vicent del Raspeig. Ap. 99. 03080 Alicante  
e-mail: [aurora.norte@ua.es](mailto:aurora.norte@ua.es)

## INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la salud como el estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la mera ausencia de afecciones o enfermedades (1). Para alcanzarlo, cada persona o grupo social requiere identificar y llevar a cabo unas aspiraciones, satisfacer unas necesidades y cambiar su entorno o bien adaptarse al mismo (2). El proceso que proporciona a estos grupos sociales los medios necesarios para mejorar su salud y ejercer un mayor control sobre la misma ha sido definido como la Promoción de la Salud (3). Las acciones de promoción de la salud, según la OMS y la Organización Panamericana de la Salud (OPS) se desarrollan a través del autocuidado personal, la ayuda personal mutua y la creación de entornos saludables, entornos donde se reúnen las condiciones ambientales necesarias para favorecer la salud (centros educativos o laborales donde se promueven pedagógicamente hábitos saludables) (4). Dentro de estos entornos saludables, las acciones de promoción de la salud están orientadas a ayudar y educar a todos los miembros de esa comunidad académica o laboral para aumentar el control sobre su salud y favorecer la mejora de su calidad de vida, e incluyen acciones pedagógicas encaminadas a la adquisición de unos hábitos de alimentación y nutrición saludables, así como a una mayor práctica de actividad física (AF) dentro de esos lugares de estudio o trabajo (5).

La evidencia científica emergente nos muestra que la realización de AF de intensidad moderada o vigorosa es esencial para la salud física, psicológica, cognitiva y social de la persona y para la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles (6). La práctica de AF regular está asociada con importantes beneficios para la salud, incluyendo el riesgo disminuido de muerte prematura, de enfermedad o evento cardiovascular, de diabetes tipo 2, de cáncer de mama y colon y ansiedad y depresión (7). Por tanto, resulta necesario incluirla dentro de las acciones de promoción de la salud en cualquier rango de edad, aunque especialmente en niños, adolescentes, y adultos jóvenes (8-10). A pesar de estos beneficios evidenciados científicamente, los estudios muestran que más de la mitad de la población adulta no cumple con los requerimientos mínimos de AF y casi un tercio de esa población es inactiva, convirtiéndose así al sedentarismo en uno de los principales factores de riesgo de mortalidad en los países desarrollados (11,12).

En España, pese a los múltiples beneficios reconocidos de la AF, solamente practican deporte cuatro de cada diez ciudadanos, y apenas cuatro de cada diez realizan esfuerzo físico corporal en su ocupación diaria (trabajo, estudios, tareas cotidianas, etc.) (13). Reducir estas conductas de riesgo para la salud ha de constituir necesariamente un reto esencial dentro de las estrategias de prevención de las autoridades sanitarias (14) y la creación de entornos saludables se configura como una de las cinco áreas de acción prioritarias de promoción de la salud (3). Dentro del ámbito universitario, están emergiendo nuevas iniciativas entre las que se encuentra la creación de tales entornos saludables dentro de las propias universidades, ya que reúnen varias de las características intrínsecas de estos entornos, al ser centros educativos y laborales donde la acción pedagógica e investigadora va encaminada

a la formación y cualificación profesional de adultos jóvenes, por lo que dotar de protagonismo a las acciones de promoción de la salud en estos entornos puede revertir beneficios en la población a medio y largo plazo. Para que la universidad sea considerada como un entorno saludable, esta debe adquirir un compromiso global de salud y desarrollar, además, su potencial como agente promotor de la salud, el bienestar y la calidad de vida de quienes en ella estudian y trabajan (15).

Con objeto de dar respuesta a la necesidad de iniciar acciones de promoción de la salud dentro del ámbito universitario, se constituyó la Red de Universidades Saludables (REUS) en septiembre de 2008, con el principal fin de reforzar el papel de las universidades como entidades promotoras de la salud y el bienestar de sus estudiantes, de su personal y de la sociedad en su conjunto, liderando y apoyando de esta manera los procesos de cambio social (16). La REUS está formada por el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte y la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas, con un total de 37 universidades españolas participantes en el proyecto (17). En la Comunidad Valenciana existe la Red Valenciana de Universidades Públicas Saludables (RVUPS), cuyo objetivo es conseguir universidades más saludables con diferentes perspectivas, enfoques, actividades y líneas de actuación hacia las personas pertenecientes a la comunidad universitaria (18). Entre sus líneas de actuación se encuentra la planificación de servicios y actividades del campus dirigidas a promocionar la salud de la comunidad universitaria.

Dentro del ámbito universitario, la población universitaria (formada tanto por los estudiantes universitarios como por el personal de administración y servicios y personal docente e investigador) tiene un estilo de vida sedentario, debido al número de horas que permanece sentado en las aulas o en su puesto de trabajo, así como el tiempo dedicado al estudio, al trabajo o a la investigación (19). Estudios que han analizado el estilo de vida y los hábitos nutricionales de los universitarios en España han determinado que solamente el 22% de las mujeres y el 41% de los hombres de la población universitaria realiza algún tipo de actividad física moderada, siendo por tanto más de la mitad del cómputo total de la comunidad universitaria (74%) quienes no practican AF moderada. Además, el 28% de los hombres universitarios cuenta con un sobrepeso de grado I y II (16,20,21).

Por tanto, la población universitaria constituye un grupo potencialmente vulnerable en relación con su estado nutricional y físico, debido a los cambios en el estilo de vida que supone el ingreso en la universidad, por lo que resulta necesario abordar este problema. Para ello, las universidades pertenecientes a la RVUPS están ofreciendo en la actualidad diferentes tipos de actividades y servicios relacionados con la salud en materia de alimentación, AF, estructuras entre otros. Sin embargo, por el momento, estas acciones de promoción de la salud no han sido analizadas por la literatura científica. Por tanto, el objetivo del presente estudio fue revisar y describir las actividades desarrolladas por la RVUPS sobre promoción de la AF y valorar mediante informadores clave la necesidad de implantar un servicio de AF dentro del ámbito universitario.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### DISEÑO

Se planteó un estudio transversal descriptivo que se dividió en dos partes. La primera se centró en una descripción y análisis de todas las actividades y servicios de promoción de actividad física que están siendo desarrollados por la RVUPS. La segunda parte consistió en la realización de un análisis cualitativo con objeto de conocer la percepción de la comunidad universitaria sobre la utilidad de crear un servicio de AF dentro del ámbito universitario, a través de la realización de una entrevista semiestructurada a determinados informadores clave de la Universidad de Alicante (UA). Todo el proceso de recogida de la información se desarrolló durante los meses de abril y mayo de 2017.

### PARTICIPANTES

Por un lado, se realizó una revisión de la sección de Universidad Saludable de cada una de las páginas web de las universidades que conforman la RVUPS (n = 5): UA (22), Universidad Miguel Hernández (UMH) (23), Universidad de Valencia (UV) (24), Universidad Politécnica de Valencia (UPV) (25) y Universidad Jaume I (UJI) (26).

Por otro lado, se procedió a realizar entrevistas a distintos informadores clave (n = 16) de la UA, de los cuales ocho desarrollan su actividad profesional vinculada al ámbito de la AF y salud dentro de la universidad (cargos institucionales, personal docente e investigador [PDI] y directores deportivos) y los ocho restantes forman parte de la comunidad universitaria (estudiantes y personal de administración y servicios [PAS]). El único requisito de inclusión que debían cumplir estos últimos es el de no pertenecer al sector profesional de la AF y la salud. El propósito de establecer este criterio fue recabar percepciones diferenciadas en relación a las cuestiones de investigación planteadas, y tener así diferentes visiones en función de la mayor o menor vinculación y sensibilización con la promoción de la salud. La selección de estos informadores clave se realizó mediante un muestreo intencional no probabilístico dentro de la UA. Todos los participantes fueron informados de la finalidad y características del estudio y se les instó a preguntar cualquier tipo de duda o cuestión que les pudiese surgir. Previamente a la realización de la entrevista, se firmó el consentimiento informado proporcionado donde aceptaron participar en el mismo.

La tabla I muestra las características de los cargos institucionales y PDI que guardan relación con la AF y salud. La tabla II recoge las características de los estudiantes y PAS que no tienen relación profesional con la AF y salud.

### INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE DATOS

Para la recogida de información a través de las páginas web, se elaboró un protocolo compuesto por las siguientes variables, definidas a continuación:

**Tabla I. Participantes que tienen una relación profesional con la AF y la salud**

Informador clave	Actividad profesional
ROM (P7)	Coordinadora Alinua
JMCT (P9)	Vicedecano de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte
JAMC (P5)	Profesor de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte
JTM (P8)	Vicedecano de Movilidad y profesor de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte
JRMR (P2)	Responsable de Red de Universidades Saludables de la Universidad de Alicante
JAHS (P4)	Decano de Ciencias de la Salud
RGJ (P6)	Director de las instalaciones de actividad física
CBR (P16)	Directora Universidad Permanente de la Universidad de Alicante (UPUA); profesora titular de la universidad

**Tabla II. Participantes que no tienen una relación profesional con la AF y la salud**

Informador clave	Actividad
MG (P15)	Auxiliar de servicio PAS
PM (P1)	Directora de la biblioteca politécnica
FC (P3)	Estudiante de 2º Grado de Turismo
AC (P10)	Estudiante de 1º de Grado de Publicidad y Relaciones Públicas
MA (P11)	Estudiante de 4º de Grado de Maestro de Educación Primaria
LS (P12)	Estudiante de 4º de Grado de Maestro de Educación Primaria
CB (P13)	Estudiante de 1º de Grado de Educación Infantil
SC (P14)	Estudiante de 1º de Grado de Educación Infantil

- *Universidad*: institución de enseñanza superior que comprende diversas facultades y que confiere los grados académicos correspondientes.
- *Actividad y servicios sobre actividad física*: son aquellas organizaciones, instituciones, instalaciones y acciones que ofrece la propia universidad con el fin de mejorar la calidad de vida de la comunidad universitaria utilizando la AF como elemento principal.
- *Otras actividades y servicios*: son aquellas organizaciones, instituciones e instalaciones y acciones que ofrece la propia universidad con el fin de mejorar la calidad de vida de la comunidad universitaria utilizando otras vías que no sean la AF.

Para llevar a cabo el proceso de recogida de datos siguiendo una estrategia metodológica cualitativa, se utilizó el instrumento de investigación de la entrevista semiestructurada. En conjunto, se realizaron 16 entrevistas entre los dos grupos de participantes. La entrevista constó de diversas preguntas, todas ellas relacionadas con las cuestiones de investigación planteadas. La entrevista se realizó en formato escrito y giró en torno a cuestiones de investigación relacionadas con la percepción que los participantes tenían sobre llevar una vida saludable, el sedentarismo, los beneficios de la práctica de actividad física y el conocimiento sobre los servicios de promoción de la AF y la salud que tiene la UA.

## PROCESO DE RECOGIDA DE DATOS Y ANÁLISIS CUALITATIVO

La recolección de los datos cualitativos se llevó a cabo en mayo de 2017. Para realizar la primera parte del estudio, se concretó una cita para realizar la entrevista con los informadores clave a través del correo electrónico. Se realizó posteriormente un análisis descriptivo de las variables agrupadas y fueron clasificadas según se identificaron en las páginas web. Para el tratamiento de las 16 entrevistas semiestructuradas realizadas se procedió, de forma manual, a realizar un análisis cualitativo de las mismas. En la primera fase del análisis cualitativo, se redujeron las narrativas de los participantes, segmentando cada texto en unidades de significado, para ser codificadas añadiendo un "código" como abreviatura de cada uno de esos segmentos y posteriormente ser usadas de esta forma como "unidades de significado" emergidas del texto. Este proceso de categorización surgió de manera inductiva durante la interpretación del texto y ha ido conformando el mapa de códigos y el cuadro de coherencia del estudio cualitativo. Los códigos fueron agrupados en torno a dos bloques temáticos, que están identificados a su vez con las preguntas y cuestiones de investigación. Así pues, tres investigadores del estudio procedieron a codificarlas manualmente, realizando posteriormente una triangulación de los datos observados con objeto de incrementar la calidad y validez metodológica del análisis y descartar sesgos de observación o interpretación. Por último, se utilizó la extracción de frecuencias de códigos como elemento básico que ha permitido tener una visión global de la importancia de cada código, permitiéndonos así conformar los cuadros de resultados para interpretar los datos hallados.

## RESULTADOS

La tabla III muestra las actividades o acciones de salud y AF llevadas a cabo por la RVUPS. Las universidades pertenecientes a la RVUPS coinciden en la prestación de determinados servicios y acciones para la promoción y el fomento de la AF. Además, todas ellas cuentan con un servicio de deportes donde se ofrecen diferentes actividades dirigidas, de bailes y danzas, defensa personal, artes marciales etc., además de ofrecer el alquiler de instalaciones y el uso de la sala de musculación. Asimismo, todas

las universidades organizan una gran variedad de talleres, jornadas o cursos de formación, algunas dirigidas hacia el fomento, información o aprendizaje de la importancia que tiene la AF sobre la salud, así como a establecer estrategias que ayuden a la adquisición de hábitos nutricionales y de práctica física saludables.

Con respecto a otras actividades y servicios que tengan relación con la salud, las universidades fomentan la alimentación saludable mediante guías, promociones, menús saludables alternativos al menú del día en las cafeterías, control del contenido de las máquinas expendedoras y organizando rutas gastrosaludables con el fin de mejorar los buenos hábitos alimenticios de la comunidad universitaria. Estas instituciones aprovechan los días internacionales correspondientes para informar y concienciar a la sociedad universitaria a través de la creación de talleres y jornadas relacionadas con la temática del día internacional concreto. Existen, además, oficinas encargadas de la construcción y el mantenimiento del mobiliario de las infraestructuras saludables. Como ejemplo tenemos los edificios cardioseguros de la UPV y de la UA, que disponen de desfibriladores en los lugares donde se realicen actividades con algún tipo de riesgo cardiovascular.

Tres de las cinco instituciones (UV, UPV y UA) tienen en su servicio de deporte actividades para la prevención y readaptación de lesiones producidas por malos hábitos de práctica física o de actividad física para la mejora de la calidad de vida en personas mayores. La UA realiza rutas de salud, cultura y ciencia donde se traza una serie de recorridos que permiten al participante descubrir sus edificios y sus lugares emblemáticos. Dentro de esta universidad, existe Alinua, el Gabinete de Alimentación y Nutrición de la UA, donde se realizan valoraciones nutricionales y confección de dietas a toda la comunidad universitaria, además de desarrollar una línea de investigación consolidada sobre alimentación y nutrición. Finalmente, otra de las iniciativas que ofrece la UA son los huertos saludables, donde se cultiva toda clase de alimentos hortofrutícolas totalmente ecológicos.

La UMH, por su parte, impulsa y desarrolla investigaciones para mejorar la calidad en el ámbito de la AF y el deporte. Para ello, cuenta con el Centro de Investigación para el Deporte (CID). También tiene establecido un programa de Pausas Saludables de uso exclusivo para PAS y PDI que consiste en hacer una interrupción corta en la jornada laboral para realizar ejercicios físicos, mentales y respiratorios con el fin de recuperar la energía y liberar el estrés para lograr un desempeño eficiente en el puesto de trabajo. Finalmente, la UMH cuenta con un Servicio de Nutrición y Dietética para la AF y el Deporte, que realiza investigaciones en este ámbito, y organiza también cursos y jornadas dirigidos a la comunidad universitaria sobre aspectos que integran la AF y la nutrición.

TetraSport es una iniciativa de la UV que promueve la práctica de AF y deporte entre las personas con discapacidad con el fin de mejorar su calidad de vida. Además, se desarrollan programas de salud psicosocial que sirven para medir el grado de bienestar psicológico de los trabajadores de la UV a través de la realización de encuestas. Un servicio para destacar dentro de la UV es la creación de una clínica universitaria (Clínica de Nutrición, Actividad Física y Fisioterapia [CUNAFF]), que integra la mayoría de los servicios de salud (nutrición, AF, fisioterapia y psicología).

**Tabla III. Actividades o acciones de salud y AF llevadas a cabo por la Red Valenciana de Universidades Públicas Saludables**

Universidad	Actividad y servicios sobre actividad física	Descripción	Otras actividades y servicios	Descripción
Universidad de Alicante (UA)	Servicio de deportes	Diversos tipos de baile y danza* Defensa personal Gimnasia de mantenimiento Pista de arenas (700 metros) Aparatos de gimnasia Triatlón Buceo Senderismo Artes marciales* Alquiler de instalaciones* Aparatos de gimnasia Actividades dirigidas* Pádel Tenis	Alimentación Saludable	Se realizan servicios como una guía de alimentación saludable, menús saludables, máquinas expendedoras con alimentos saludables
			Gabinete de Alimentación y Nutrición (Alinua)	Realiza valoraciones nutricionales, confecciona dietas a trabajadores y estudiantes de la UA, colabora con organismos de la comunidad universitaria, realiza investigaciones sobre políticas alimenticias y nutricionales
	Actividades de cultura y salud	Son cadenas de actividades para mejorar o concienciar a la comunidad universitaria a mejorar la salud Se realizan actividades de taichi, programas para alteraciones visuales y el Día Mundial Sin Tabaco	Huertos saludables	Son parcelas instaladas en la universidad donde estudiantes, PAS y PDI pueden entrar
	Rutas de salud, cultura y ciencia	A lo largo del campus se trazan una serie de rutas que descubren los edificios y sitios emblemáticos Se acompaña de un detallado recorrido que indica los kilómetros	Días internacionales	Los días internacionales relacionados con la salud van acompañados de jornadas o actividades con respecto al día internacional concreto
	Cursos de formación, talleres y jornadas	Realizan cursos, talleres y jornadas de formación con aspectos relevantes de la AF y el deporte Cada año realizan diferentes ofertas	Gabinete de Fisioterapia y Podología	Se tratan todo tipo de lesiones, masajes, rehabilitación posquirúrgica y entrenamiento en power plate, entre otros servicios
			Calidad del aire en la UA	Se realiza un plan de prevención para mantener la calidad del aire en condiciones estables

(Continúa en la página siguiente)

**Tabla III (Cont.). Actividades o acciones de salud y AF llevadas a cabo por la Red Valenciana de Universidades Públicas Saludables**

Universidad	Actividad y servicios sobre actividad física	Descripción	Otras actividades y servicios	Descripción
Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH)	Servicios deportivos	Autoprotección Diversos tipos de baile y danza* Actividades dirigidas* Pádel Tenis Sistema ruso Ciclismo BMX Artes marciales* Alquiler de instalaciones* Aparatos de gimnasio	Servicio de Nutrición y Dietética para la AF y el Deporte	Realiza cursos y jornadas para la comunidad universitaria sobre estos aspectos de la nutrición y el deporte e investiga sobre ellos
	Centro de Investigación para el Deporte	La misión del CID es impulsar y desarrollar investigación innovadora y de calidad en el ámbito de la actividad física y el deporte	FisioCostal UMH	Centro de fisioterapia a la atención de la comunidad universitaria
	Pausa Saludable	Esta actividad consiste en ejercicios físicos y mentales que se realizan haciendo una pequeña interrupción en la jornada laboral, orientados a recuperar energía para un desempeño eficiente en el trabajo, a través de ejercicios que compensen las tareas desarrolladas (exclusivo para PAS y PADI)	Ruta gastrosaludable de la UMH	Abonando una cantidad de dinero, se realiza una ruta por distintos restaurantes/empresas de la provincia para una degustación
	Cursos de formación, talleres y jornadas	Realizan cursos, talleres y jornadas de formación con aspectos relevantes de la AF y el deporte Cada año realizan diferentes ofertas	Días internacionales	Los días internacionales relacionados con la salud van acompañados de jornadas o actividades con respecto al día internacional concreto
			Recomendaciones saludables	La universidad, por vía de la página web, va actualizando posts de recomendaciones para la prevención o mejora de la salud
			Jornadas saludables	Se tratan temas de gastronomía, ciencia y salud por medio de profesionales

(Continúa en la página siguiente)

**Tabla III (Cont.). Actividades o acciones de salud y AF llevadas a cabo por la Red Valenciana de Universidades Públicas Saludables**

Universidad	Actividad y servicios sobre actividad física	Descripción	Otras actividades y servicios	Descripción
Universidad Jaume I de Castellón (UJI)	Servicios deportivos	Actividades para mayores Diversos tipos de baile y danza* Aparatos de gimnasio Defensa personal Artes marciales* Alquiler de instalaciones* Actividades dirigidas*	SAP	Ofrece asistencia psicológica a la comunidad en general
	Actividades deportivas	Además de los servicios comunes para mejorar la salud, la universidad realiza talleres y campañas para mejorar la salud	Oficina de Cooperación del Desarrollo y Solidaridad (OCDS)	Tiene como misión defender y desarrollar los principios de solidaridad y cooperación entre la comunidad universitaria con la finalidad de hacer una universidad más humana y comprometida con las desigualdades e injusticias Realizan ferias, mercados y conferencias, entre otras cosas
			Programas de la atención a la diversidad USE	La Unidad de Soporte Educativo es un servicio encargado de mejorar la calidad de vida a personas con alguna discapacidad
			Oficina Técnica de Obras y Proyectos (OTOP)	Encargada de la construcción y la conservación de los edificios de la universidad
			UNISEXSIDA	Ofrece prevención y tratamiento de problemas relacionados con la sexualidad y el sida
			OPGM	Programas de promoción de lactancia materna, nutrición y vigilancia de la salud en general

(Continúa en la página siguiente)

**Tabla III (Cont.). Actividades o acciones de salud y AF llevadas a cabo por la Red Valenciana de Universidades Públicas Saludables**

Universidad	Actividad y servicios sobre actividad física	Descripción	Otras actividades y servicios	Descripción
Universidad de Valencia (UV)	Servicios deportivos	<p>Estiramientos y cadenas musculares</p> <p>Mantenimiento</p> <p>Masaje</p> <p>Diversos tipos de baile y danza*</p> <p>Aparatos de gimnasio</p> <p>Pádel</p> <p>Tenis</p> <p>Ciruito de training</p> <p>Defensa de mujeres</p> <p>Deportes acuáticos*</p> <p>Artes marciales*</p> <p>Alquiler de instalaciones*</p> <p>Actividades dirigidas*</p>	<p>Clinica Universitaria de Nutrición, Actividad Física y Fisioterapia (CUNAFF)</p>	<p>La clínica tiene como objetivo fomentar hábitos de vida saludables, haciendo hincapié en los beneficios que una alimentación adecuada y la práctica regular de actividad física nos proporcionan</p> <p>La clínica está organizada en diferentes unidades y estas a su vez están compuestas por diversos servicios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recepción y Atención al Paciente</li> <li>- Unidad de Nutrición y Dietética</li> <li>- Unidad de Psicología</li> <li>- Servicio de Psicología General Sanitaria</li> <li>- Servicio de Psicología del Deporte</li> <li>- Unidad de Fisioterapia</li> <li>- Unidad de Deshabitación Tabáquica</li> <li>- Unidad de Obtención de Muestras</li> <li>- Unidad de Genética</li> <li>- Unidad de Alimentación y Gastronomía</li> <li>- Espacio Inclusivo de Actividad Física</li> </ul>
	Programa de Actividad Física y Deporte	<p>Se realiza un diseño de una oferta deportiva saludable diferenciada y de calidad</p> <p>Se crean programas de deporte accesible</p>	Programa de Salud Psicosocial	<p>Realizan análisis de la situación actual y hacen estudios psicosociológicos para medir el grado de bienestar del PDI y PAS mediante encuestas</p> <p>Ponen en marcha un protocolo de investigación de riesgos psicosociales producidos en la Universidad de Valencia</p>
	Iniciativa TetraSport	<p>Promueve la práctica de actividad física y deportiva entre personas con discapacidad como una manera de mejorar la calidad de vida</p>	Programa de Plan de Prevención de Riesgos Laborales	Elaboran una propuesta anual de actuaciones del Plan de Prevención de Riesgos Laborales
	Cursos de formación, talleres y jornadas	<p>Realizan cursos, talleres y jornadas de formación con aspectos relevantes de la AF y el deporte</p> <p>Cada año realizan diferentes ofertas</p>	Días internacionales	<p>Los días internacionales relacionados con la salud van acompañados de jornadas o actividades con respecto al día internacional concreto</p>

(Continúa en la página siguiente)

**Tabla III (Cont.).** Actividades o acciones de salud y AF llevadas a cabo por la Red Valenciana de Universidades Públicas Saludables

Universidad	Actividad y servicios sobre actividad física	Descripción	Otras actividades y servicios	Descripción
Universidad Politécnica de Valencia (UPV)	Servicios deportivos	Acondicionamiento Crossfit Sala de musculación Pádel Aparatos de gimnasio Artes marciales* Alquiler de instalaciones Risetapia Espalda sana Diversos tipos de baile y danza* Sala de cardio Trinquete Actividades dirigidas*	Edificios cardioseguros	Los edificios correspondientes al servicio deportivo cuentan con desfibriladores y personal no sanitario entrenado y certificado en maniobras de reanimación cardiopulmonar (RCP) y desfibrilador semiautomático externo
	Consejos sobre deporte y salud	Ofrece información y consejos en su web para mejorar el estado de salud a través del deporte y la actividad física	Programas de formación	Mejora los hábitos alimenticios a través de programas de formación
	Eventos saludables  Cursos de formación, talleres y jornadas	Son actividades en días señalados: vuelta a pie, Carrera de la Mujer, San Silvestre y Día del Señor, entre otros  Realizan cursos, talleres y jornadas de formación con aspectos relevantes de la AF y el deporte  Cada año realizan diferentes ofertas	Días internacionales	Los días internacionales relacionados con la salud van acompañados de jornadas o actividades con respecto al día internacional concreto

\*Son agrupaciones de los distintos tipos de actividades o instalaciones que se ofertan. Para más información de dichas actividades e instalaciones consultar en anexos.

Esta clínica tiene como objetivo fomentar y promocionar los hábitos de vida saludables en la comunidad universitaria haciendo hincapié en los beneficios de una correcta alimentación y práctica de actividad física regular.

## RESULTADOS DEL ANÁLISIS CUALITATIVO DE LAS ENTREVISTAS A LOS PARTICIPANTES

El estudio de las narrativas de los participantes ha permitido extraer múltiples y relevantes informaciones que nos permiten conocer la percepción que los miembros de la comunidad universitaria tienen sobre llevar una vida saludable, el sedentarismo, los beneficios de la práctica de actividad física y el conocimiento sobre los servicios de promoción de la AF y salud que tiene la UA. La tabla IV muestra los resultados de la *Temática 1: percepción de la Comunidad Universitaria de la UA sobre una vida saludable*.

El primer metacódigo representa la cuestión de investigación que indaga en la conciencia que los participantes, miembros de la comunidad universitaria de la UA, tienen sobre los hábitos que conforman una vida saludable. En base a los resultados obtenidos tras la codificación, los participantes entienden la necesidad de llevar una dieta equilibrada (93,7% frecuencia de aparición

[FA]) y realizar actividad física de forma regular (100% FA) para conseguir tener un estilo de vida saludable. En bastante menor medida, se perciben qué otros hábitos, como tener una adecuada vida social (31,2% FA) o una correcta higiene del sueño (25% FA), contribuyen también, además de los otros hábitos, a conseguir un buen estado de bienestar.

Respecto al segundo metacódigo que ha emergido de las narrativas, relacionado con la opinión de los participantes sobre la posible existencia del sedentarismo dentro de la población universitaria, puede observarse una distinta percepción de este problema en función del grupo al que pertenecen los informadores claves. Tras analizar las entrevistas que pertenecen a personas que ostentan cargos relacionados con el sector de la AF y la salud dentro de la UA, emerge una clara conciencia de la existencia del sedentarismo universitario como un problema de relevancia que requiere solución inmediata (100% FA). Sin embargo, tras el análisis de las entrevistas de los participantes que no tienen relación con este sector, la percepción del sedentarismo en la comunidad universitaria no es tan clara y aunque mayormente se reconoce la problemática (63% FA), existen participantes que creen que la comunidad universitaria, y fundamentalmente los alumnos, son suficientemente activos (37% FA), por lo que no entienden el sedentarismo como un problema relevante en la población de la UA.

**Tabla IV. Percepción de la comunidad universitaria de la UA sobre una vida saludable**

Temática 1. Percepción de la comunidad universitaria de la UA sobre una vida saludable				
Metacódigos	Códigos inferenciales	Ejemplo	FA	%FA
1.1 Vida saludable	1.1.1 Dieta equilibrada	Seguir una dieta equilibrada y realizar AF mínimo cuatro horas a la semana (P10)*	15	93,7%
	1.1.2 Actividad física regular	Actividad física regular, bien en una instalación deportiva o al aire libre (P6)*	16	100%
	1.1.3 Vida social	Actividad física regular, dieta adecuada, una vida social adecuada (P8)*	5	31,2%
	1.1.4 Dormir 8 horas	Dieta equilibrada, dormir ocho horas, ejercicio físico regular (P14)	4	25%
1.2 Sedentarismo universitario	1.2.1 Sí, con cargo	Sí, la mayoría son muy sedentarios, tanto PAS, como PDI o alumnos; hay que buscar soluciones (P2)	8	100%
	1.2.2 No, con cargo	-	0	0%
	1.2.3 Sí, sin cargo	Sí, los estudiantes no nos movemos hoy en día (P1)*	5	63%
	1.2.4 No, sin cargo	No, yo creo que los estudiantes somos activos (P13)*	3	37%
1.3 Beneficios de la actividad física	1.3.1 Mejora salud	Beneficia a la salud, influye en tu estado de ánimo (P14)*	11	68,7%
	1.3.2 Disminuye sedentarismo	La actividad física es necesaria en general pero en la comunidad universitaria que cuenta con un perfil sedentario alto (P7)*	5	31,2%
	1.3.3 Mejora rendimiento académico	Pienso que la actividad física ayuda al rendimiento académico (P6)*	4	25%
	1.3.4 Vida equilibrada	Porque está relacionado con la salud y las emociones, por lo tanto, se consigue un equilibrio (P12)*	6	37,5%

UA: Universidad de Alicante; FA: frecuencia de aparición. \*Nº de los participantes.

En relación al tercer metacódigo, que representa la cuestión de investigación que intenta averiguar la percepción de los participantes sobre los beneficios que la práctica física, como hábito saludable, tiene para la mejora de la salud y la calidad de vida, puede observarse que de las narrativas han emergido cuatro categorías básicas, que representan el pensamiento de los entrevistados en torno a esta cuestión. La mayoría entiende la gran repercusión que la práctica física tiene para la mejora de la salud y la calidad de vida (68,7% FA) y, en menor medida, su importancia para reducir los problemas derivados del sedentarismo (31,2% FA). También se percibe, de forma moderada, que la práctica física es un factor que contribuye, junto con otros elementos, a disfrutar de una vida plena y equilibrada (37,5% FA), y finalmente se percibe, aunque de forma leve, su importancia para la mejora en el rendimiento académico de los universitarios (25% FA).

Por otra parte, la tabla V muestra los resultados de la *Temática 2: percepción de la Comunidad Universitaria de la UA sobre los servicios de promoción de la AF y salud en la UA*.

El primer metacódigo de esta tabla V hace referencia a la cuestión de investigación que indaga en el conocimiento que los miembros de la comunidad universitaria de la UA entrevistados tienen sobre los servicios de promoción de AF y salud existentes

en la UA en la actualidad. Tras el análisis de las entrevistas, se aprecia que los participantes, a pesar de que no desconocen totalmente la existencia de estos servicios (0% FA), tienen un conocimiento pobre de los mismos (53% FA), relacionándolos con actividades dirigidas y con la sala de musculación del pabellón polideportivo, o bien con las actividades al aire libre que se organizan en la UA, como senderismo, etc. Además, tan solo identifican el Servicio de Deportes de la UA como el principal promotor de los servicios de AF y salud en la UA (46,6% FA), destacando la utilidad del servicio en la mejora de la salud y las relaciones sociales entre los miembros de la comunidad universitaria. Destaca la ausencia del código 2.1.1 (0% FA), por lo que se ha de inferir que los entrevistados (tanto aquellos relacionados con el sector de la AF y salud como los que no) no conocen de una forma completa esos servicios de promoción existentes actualmente dentro de la UA.

Respecto al segundo metacódigo que ha emergido de las narrativas, relacionado con el conocimiento de los participantes sobre la existencia del Gabinete de Alimentación y Nutrición de la UA, Alinua, puede observarse un distinto grado de conocimiento del mismo, en función del grupo al que pertenecen los informadores claves. Para aquellos con vinculación al ámbito de la AF y salud, el gabinete Alinua es de sobra conocido y reconocida su

**Tabla V. Percepción de la comunidad universitaria sobre los servicios de promoción de la AF y la salud en la UA**

<b>Temática 2. Percepción de la comunidad universitaria de la UA sobre los servicios de promoción de la AF y la salud en la UA</b>				
<b>Metacódigos</b>	<b>Códigos inferenciales</b>	<b>Ejemplo</b>	<b>FA</b>	<b>%FA</b>
2.1 Servicios promoción AF en la UA	2.1.1 Conocimiento adecuado	-	0	0%
	2.1.2 Conocimiento pobre	Sé que hacen rutas de senderismo y algunas actividades en el pabellón y hay gimnasio, pero poco más... (P5)*	8	53,3%
	2.1.3 Solo servicio deportes	Sé que en la UA hay un servicio de deportes; imagino que se encarga de la promoción de la AF (P8)*	7	46,6%
	2.1.4 Desconocimiento total	-	0	0%
2.2 Conocimiento Alinua	2.2.1 Sí, con cargo	Sí, Alinua es el Gabinete de Nutrición de la UA (P4)*	7	85,7%
	2.2.2 No, con cargo	No, me suena el nombre pero no sabría decir qué es (P5)*	1	12,5%
	2.2.3 Sí, sin cargo	Sí, es un servicio de la UA que fomenta la alimentación saludable (P1)*	2	25%
	2.2.4 No, sin cargo	No, yo creo que a los estudiantes nunca nos han hablado de Alinua... (P14)*	6	75%
2.3 Implantación servicio AF	2.3.1 Integrado	De una forma integrada, coordinado con diferentes sectores y unidades académicas (P7)*	16	100%
	2.3.2 Ubicación	Un servicio que esté en el mismo edificio de las instalaciones deportivas de la propia universidad (P3)*	3	18,7%
	2.3.3 Evaluación individual	Un servicio integrado, con una intención individualizada (P13)*	6	37,5%
	2.3.4 Fomento saludable	Servicio integrado donde se conjuguen de una manera integrada los mensajes saludables en torno a la actividad física y la nutrición (P2)*	3	18,7%

UA: Universidad de Alicante; AF: actividad física; FA: frecuencia de aparición. \*Nº de los participantes.

utilidad (85,7% FA). Sin embargo, dentro de la población universitaria no relacionada con este ámbito de AF y salud, existe un amplio desconocimiento de la existencia y utilidad del servicio (75% FA). Al informarles sobre los servicios que ofrece Alinua, opinan que es un servicio totalmente necesario dentro de la comunidad universitaria.

Finalmente, el tercer metacódigo de esta tabla V representa la cuestión de investigación que intenta averiguar la opinión que los participantes tienen sobre la implantación de un Servicio de Prescripción de AF para la Mejora de la Salud y la Calidad de Vida dentro del ámbito universitario. Tras el análisis cualitativo de las narrativas de los entrevistados, emergen diversas opiniones en relación a esta cuestión. La totalidad de ellos perciben como una idea interesante la implantación de ese servicio de AF de forma integrada al gabinete Alinua (100% FA), para ofrecer así de manera conjunta servicios de asesoramiento en nutrición y en AF a miembros de la comunidad universitaria en la UA. Los entrevistados comentan que un servicio donde se incluyan de forma integrada *“todas las áreas de la salud, como fisioterapia, psicología, medicina, nutrición y AF, sería un servicio muy completo y ayudaría a fomentar la salud en la población universitaria”* (P6). De forma moderada, se percibe la necesidad de que ese servicio constituya una evaluación y prescripción individualizadas, para que sea útil y efectivo (37,5% FA). Existe asimismo una percepción leve en los entrevistados en relación a la necesidad de que ese servicio se encuentre ubicado en un lugar de fácil acceso dentro del campus universitario, junto a los otros servicios de promoción de AF y salud (18,7% FA), así como que este servicio de AF realice una adecuada labor de fomento sobre la vida saludable dentro del ámbito universitario (18,7% FA).

## DISCUSIÓN

El objeto de estudio se centró, por una parte, en realizar una revisión y descripción de las actividades y servicios de AF desarrollados por la RVUPS y, por otra, realizar dentro de la UA un análisis sobre la percepción existente en la comunidad universitaria en relación a la importancia de llevar una vida saludable, a la problemática del sedentarismo, los beneficios de la práctica de actividad física y el conocimiento sobre los servicios de promoción de la AF y salud que ofrece la UA. Los resultados de la revisión muestran que todas las universidades públicas valencianas ofertan una variedad de servicios y actividades para el fomento y la promoción de la AF a través de los servicios de deportes y otros servicios específicos y la organización de eventos como días internacionales, jornadas informativas, cursos y talleres relacionados con la práctica de AF, la promoción de la salud y la alimentación saludable. La UMH y la UV ofrecen servicios integrados de nutrición y actividad física para fomentar hábitos saludables sobre una correcta alimentación y la correcta prescripción de ejercicio dentro de la población universitaria, así como para la prevención y el tratamiento de patologías y la mejora de la salud y el rendimiento deportivo, entre otros objetivos. Sin embargo, otras universidades, como la UA, carecen actualmente de este servicio integrado y la

implementación de un servicio de estas características en la UA ha sido un punto destacado por los informadores clave entrevistados, que además consideran necesario su integración junto al gabinete de nutrición Alinua.

La OMS establece recomendaciones mundiales sobre AF y salud con el objeto de mejorar las funciones cardiorrespiratorias, musculares y la salud ósea, a la vez que reduce riesgos de enfermedades no transmisibles (ENT) o crónicas (1,27). En cumplimiento de estas directrices, dentro la Comunidad Valenciana se ha ido desarrollando el IV Plan de Salud de la Comunidad Valenciana, que contempla una serie de acciones que promueven y fomentan la práctica de AF en la población valenciana, tales como el uso de escaleras, el transporte activo y una correcta prescripción de AF realizada por profesionales titulados en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (28). Estas recomendaciones y acciones de fomento deberían, por tanto, llevarse a cabo en los entornos saludables promotores de salud. En este sentido, en las universidades, para seguir estas recomendaciones y que funcionen como verdaderos entornos saludables, es necesario habilitar espacios, servicios e instalaciones deportivas que fomenten la práctica correcta de AF y ejecuten acciones orientadas a la promoción de la salud para su población universitaria. Los resultados de la revisión realizada por este estudio sobre la ejecución de acciones de promoción de los servicios creados al efecto en la RVUPS indican que la mayoría de los mismos fomentan la AF a través de acciones como la realización de actividades dirigidas, el alquiler de instalaciones deportivas o la creación de escuelas de aprendizaje deportivas. Estas acciones, sin embargo, en voz de los entrevistados, no resultan suficientes para cubrir todas las necesidades que requieren estas instituciones para que su población obtenga un completo estado de salud, bienestar y calidad de vida.

Realizando un análisis comparativo de las actividades y/o servicios sobre AF saludable que están siendo desarrollados por las 32 universidades restantes que pertenecen a la REUS, se observan varias iniciativas destacables que se llevan a cabo en diversas universidades españolas y no encontramos en la RVUPS. La Universidad de Granada (UGR) (29) organiza actividades de promoción de la AF dirigidas específicamente a las personas de la universidad permanente (> 55 años), las cuales siguen un plan individualizado, implementado y controlado por un profesional de la AF. Se realizan prácticas como senderismo y actividades colectivas dirigidas, todas ellas enfocadas hacia la mejora de la calidad de vida y la salud. La Universidad de Girona (UDG) (30) pone en marcha diversos itinerarios saludables donde se realizan en grupo rutas por el campus y zonas adyacentes, con el objetivo de fomentar y cumplir con las directrices de 30 minutos de AF diaria recomendada por la OMS (27). Por otro lado, la Universidad de Málaga (UMA), como pionera en la promoción de la AF y salud (31), presenta entre sus actividades ofertadas la realización de pausas saludables de uso exclusivo para el personal PAS y PDI de la universidad. Estas pausas consisten en una interrupción del trabajo durante un tiempo determinado (15 minutos) para la realización de AF guiada. En la RVUPS, se ha evidenciado que en la única universidad donde se lleva a cabo una iniciativa similar es en la UMH (23). Asimismo, la UMA cuenta con un centro o escuela de la espalda, encaminado

a la mejora de la calidad de vida y la salud de las personas que presentan alguna patología relacionada con el aparato locomotor, a través de la realización de determinadas actividades y ejercicios en el medio acuático o en la sala de musculación, orientadas hacia la reeducación postural. En la UV puede encontrarse de forma similar una escuela de la espalda, aunque las actividades que plantea están enfocadas desde la prevención, es decir, para aquellos usuarios que quieran precaver futuros problemas de espalda (32). Finalmente, tanto la UMA como la Universidad de Salamanca (USAL) (33) ofrecen a los miembros de su comunidad universitaria una serie de servicios orientados hacia la prescripción de ejercicio físico en base a su estado de salud y de condición física. La UMA, además, ofrece la posibilidad de distribuir a las personas en diferentes grupos (fuerza, salud, *light*, competición y recuperación), para cumplir con sus objetivos, dirigidos y controlados por profesionales de la AF. El propósito de implantar un servicio de prescripción de ejercicio físico promovido por la UMA y la USAL es de vital importancia para desarrollar un programa de AF efectivo e individualizado, porque la realización de AF desarrollada acorde a unos criterios de duración, tipo, intensidad, frecuencia y progresión y adaptada a las posibilidades del individuo mejora significativamente la salud de la persona (21,22) y, además, previene enfermedades crónicas de naturaleza hipocinética, garantizando la seguridad durante la práctica física y, con ello, la adherencia al programa de ejercicio físico (35).

Estas pausas saludables impulsadas por la UMH y la UMA son una iniciativa que proviene del concepto "*corporate wellness*" de Estados Unidos, basado en la aplicación de específicos planes de bienestar a los trabajadores de una empresa con el fin de mejorar su salud y rendimiento laboral. Grandes empresas como Google y Draper, este último considerado el entorno de trabajo más saludable en Estados Unidos por Healthiest Employers LLC (36), tienen contratados a profesionales de la salud para proporcionar exámenes físicos anuales y un servicio completo de promoción de la salud para sus empleados (37). La implantación del concepto "*corporate wellness*" se ha extendido a empresas del centro y norte de Europa. Los estudios evidencian que estos sistemas tienen un alto beneficio en el rendimiento, la productividad y la satisfacción de los empleados, y reducen el absentismo, las bajas laborales y el estrés. En definitiva, los costes de salud suponen una media de ahorro de 2,64\$ por cada dólar invertido en el programa (38). En Canadá, la reducción de un 10% de la inactividad física supone un ahorro sanitario de 150 millones de dólares al año (39,40). Asociaciones de relevancia en el ámbito de la salud, como el American College of Sports Medicine (ACSM), apoyan este concepto de bienestar proporcionando infraestructuras para promover la AF a los empleados (34,37). A nivel de los servicios sanitarios, las investigaciones apuntan a que un papel más activo de los servicios de salud en la promoción de la AF ayudaría a mejorar prácticamente todas las enfermedades crónicas (39,41). A pesar de que puedan existir riesgos en la práctica de AF, con un enfoque y un control adecuados, los beneficios superan a los riesgos (34,39). Con una reducción del 25% del sedentarismo se podrían evitar 1,3 millones de muertes al año a causa de enfermedades como la diabetes tipo 2, diversos tipos de cáncer y enfermedades cardiovasculares (42-44).

Por otro lado, las acciones de implantación a nivel universitario de un servicio de prevención y tratamiento para los dolores de espalda promovidas por la UMA y la UV, y de las cuales la RVUPS carece actualmente, se están convirtiendo cada vez más en una necesidad, si tenemos en consideración que la lumbalgia es la segunda causa de requerimiento de atención médica en los países industrializados (45). Se calcula en este sentido que entre un 3% y un 4% de las consultas en Atención Primaria son debidas a las lumbalgias (46). El coste médico es alto, sin embargo, el sociolaboral es todavía superior a consecuencia de la pérdida de días laborales por incapacidad e invalidez de los empleados, lo cual llega a triplicar el gasto sanitario (47). Del mismo modo, las investigaciones evidencian que en torno al 34% de los estudiantes universitarios españoles han sufrido o sufren algún tipo de dolor de espalda (48) y que el 53% de los trabajadores universitarios que realizan tareas sedentarias tendrá algún tipo de dolor de espalda a lo largo de su vida (49). Esto es debido a que los trabajadores de las universidades, por la naturaleza de sus tareas laborales, pasan la gran mayoría del tiempo sentados, con posturas estáticas, y sufren además de estrés y ansiedad, factores que conjuntamente se asocian al dolor de espalda (47). Este dato, reportado por parte de los entrevistados, coincide con diversos estudios publicados sobre el sedentarismo universitario. En este sentido, más del 45% de los PAS y PDI en España tienen un nivel bajo de AF (50). Respecto a los estudiantes universitarios españoles, se han establecido diferencias significativas según la edad y la titulación, donde los estudiantes de mayor edad son más inactivos físicamente que los jóvenes y, en función de la titulación, los estudiantes de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (CAFD) son más activos en comparación con estudiantes de la escuela politécnica y otras titulaciones (51). Cabe añadir que más del 41,3% de los estudiantes universitarios españoles no realiza ningún tipo de AF, y de los alumnos que sí la realizan, solamente el 21,7% lo hace dentro del recinto universitario (52). Un estudio reciente indicaba que los estudiantes universitarios pueden ser muy activos y altamente sedentarios. Este mismo estudio concluía en la necesidad de realizar intervenciones para reducir el sedentarismo y mejorar la AF (53). Por todas estas razones, la implantación en la universidad de un servicio de promoción de la AF y la salud donde se prevengan o se traten los dolores de espalda a la vez que se realiza AF es de total interés para la comunidad universitaria. En este sentido, la mayoría de los entrevistados han reportado la utilidad de la implantación de este servicio con el fin de aumentar la prevención de enfermedades crónicas hipocinéticas y mejorar de esta manera la condición física y la calidad de vida de toda la comunidad universitaria.

Finalmente, cabe señalar que las limitaciones del presente estudio radican principalmente en el bajo número de informadores clave entrevistados. En este sentido, futuros trabajos deberían incluir informadores clave de otras universidades, para disponer de una visión más amplia de los resultados y obtener de esta manera más información sobre la percepción que tiene la comunidad universitaria española sobre la importancia de desarrollar acciones de promoción de la AF dentro de las universidades públicas españolas.

## CONCLUSIONES

Los resultados de la revisión y del análisis cualitativo de las percepciones aportadas por los informadores clave muestran las siguientes conclusiones: a) todas las universidades públicas valencianas ofertan una variedad de servicios y actividades para el fomento y la promoción de la AF, a través de los servicios de deportes y otros servicios específicos creados al efecto, así como mediante la organización de eventos como días internacionales, jornadas informativas, cursos y talleres relacionados con la práctica de AF, la promoción de la salud y la alimentación saludable; b) a pesar de que los entrevistados entienden la necesidad e importancia de llevar un estilo de vida saludable a través de hábitos de nutrición y práctica de AF adecuados, se percibe de diferente manera la incidencia del sedentarismo dentro de la comunidad universitaria, y no se tiene claro la importancia que la AF puede tener para reducir los problemas derivados del mismo; y c) la RVUPS, a pesar de la amplia variedad de servicios ofrecidos, no cubre otras acciones de promoción que otras universidades españolas ya desarrollan. Los entrevistados requieren nuevas acciones de promoción por parte de las universidades y se evidencia en este sentido la necesidad de crear un servicio de promoción y prescripción de AF, dirigido por profesionales en Ciencias del Ejercicio e integrado a servicios de nutrición como Alinua de la UA, y que esté orientado a la AF para la mejora de la calidad de vida y la salud de la comunidad universitaria. De esta forma, podrían promoverse acciones encaminadas al fomento de la práctica física en estudiantes, PAS y PDI, e implantar nuevas acciones que ya se desarrollan como son los servicios de pausas saludables o el de prevención de los dolores de espalda.

## AGRADECIMIENTOS

Miguel García-Jaén participó en este estudio subvencionado por un contrato predoctoral de la Generalitat Valenciana (ACIF/2016/048).

## BIBLIOGRAFÍA

- Organización Mundial de la Salud (OMS). Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud. Ginebra: WHO; 2017. Disponible en: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/9789241599979/es/>
- Osorio AG, Rosero MYT, Ladino AMM, Garcés CAV, Rodríguez SP. La promoción de la salud como estrategia para el fomento de estilos de vida saludables. *Rev Hacia Promoc Salud* 2010;15(1):128-43.
- López-Fernández LA, Solar Hormazábal O. Repensar la Carta de Ottawa 30 años después. *Gac Sanit* 2017;31:443-5.
- Palacio JMA. Guía para el diseño y la mejora de proyectos pedagógicos de educación y promoción de la salud. Ministerio de Educación; 2007. p. 82.
- Barrios Casas S, Paravic Klijn T. Promoción de la salud y un entorno laboral saludable. *Rev Lat Am Enfermagem* 2006;14:136-41.
- Poitra VJ, Gray CE, Borghese MM, Carson V, Chaput J-P, Janssen I, et al. Systematic review of the relationships between objectively measured physical activity and health indicators in school-aged children and youth. *Appl Physiol Nutr Metab* 2016;41(6 Suppl 3):S197-239.
- Advisory Committee Report. 2018. Citado 11 de abril de 2018. Disponible en: <https://health.gov/paguidelines/report/>
- Carson V, Janssen I. Volume, patterns, and types of sedentary behavior and cardio-metabolic health in children and adolescents: a cross-sectional study. *BMC Public Health* 2011;11:274.
- Carson V, Ridgers ND, Howard BJ, Winkler EAH, Healy GN, Owen N, et al. Light-intensity physical activity and cardiometabolic biomarkers in US adolescents. *PloS One* 2013;8:e71417.
- Carson V, Rinaldi RL, Torrance B, Maximova K, Ball GDC, Majumdar SR, et al. Vigorous physical activity and longitudinal associations with cardiometabolic risk factors in youth. *Int J Obes* 2014;38:16-21.
- Carlson SA, Fulton JE, Pratt M, Yang Z, Adams EK. Inadequate physical activity and health care expenditures in the United States. *Prog Cardiovasc Dis* 2015;57:315-23.
- Ekelund U, Steene-Johannessen J, Brown WJ, Fagerland MW, Owen N, Powell KE, et al. Does physical activity attenuate, or even eliminate, the detrimental association of sitting time with mortality? A harmonised meta-analysis of data from more than 1 million men and women. *Lancet Lond Engl* 2016;388:1302-10.
- Velázquez LB. Sport, health and quality of life. Obra Social, Fundación "La Caixa"; 2009. p. 225.
- Maestre-Miquel C, Regidor E, Cuthill F, Martínez D. Desigualdad en la prevalencia de sedentarismo durante el tiempo libre en población adulta española según su nivel de educación: diferencias entre 2002 y 2012. *Rev Esp Salud Pública* 2015;89:259-69.
- Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Portal Estadístico del SNS. Estadísticas y Estudios - Informes y Recopilaciones. 2017. Citado 2 de agosto de 2017. Disponible en: <https://www.msssi.gob.es/estadEstudios/estadisticas/inforRecopilaciones/indicadoresSalud.htm>
- Cervera Burriel F, Serrano Urrea R, Vico García C, Milla Tobarra M, Meseguer G, José M. Hábitos alimentarios y evaluación nutricional en una población universitaria. *Nutr Hosp* 2013;28:438-46.
- Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad - Profesionales - Red Española de Universidades Saludables – REUS. 2017. Citado 2 de agosto de 2017. Disponible en: [www.msssi.gob.es/profesionales/saludPublica/prevPromocion/promocion/UniversidadesSaludables/REUS.htm](http://www.msssi.gob.es/profesionales/saludPublica/prevPromocion/promocion/UniversidadesSaludables/REUS.htm)
- Red Valenciana de Universidades Públicas Saludables. 2017. Citado 2 de agosto de 2017. Disponible en: <https://web.ua.es/es/universidad-saludable/red-valenciana-de-universidades-publicas-saludables.html>
- Cutillas AB, Herrero E, Eustaquio S, De A, Zamora S, Pérez-Llamas F. Prevalencia de peso insuficiente, sobrepeso y obesidad, ingesta de energía y perfil calórico de la dieta de estudiantes universitarios de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (España). *Nutr Hosp* 2013;28:683-9.
- Ledo-Varela MT, De Luis Román DA, González-Sagrado M, Izaola Jauregui O, Conde Vicente R, Aller de la Fuente R, et al. Características nutricionales y estilo de vida en universitarios. *Nutr Hosp* 2011;26:814-8.
- Carral C, María J, Ayán Pérez C. Prevalencia y relación entre el nivel de actividad física y las actitudes alimenticias anómalas en estudiantes universitarias españolas de ciencias de la salud y la educación. *Rev Esp Salud Pública* 2011;85:499-505.
- Universidad Saludable. Universidad de Alicante. 2017. Citado 2 de agosto de 2017. Disponible en: <https://web.ua.es/es/universidad-saludable/inicio.html>
- UMH Saludable. 2017. Citado 2 de agosto de 2017. Disponible en: <http://umhsaludable.umh.es/>
- Política de sostenibilidad de la Universidad. Universidad de Valencia. Citado 15 de enero de 2018. Disponible en: <https://www.uv.es/uvweb/transparencia-uv/es/institucional-organizativa/universidad-sociedad/campus-sostenible/presentacion/politica-sostenibilidad-universidad-1285925041233.html>
- Vicerrectorado de Responsabilidad Social y Cooperación. Universidad Politécnica de Valencia. Citado 15 de enero de 2018. Disponible en: <https://www.upv.es/entidades/VRSC/indexc.html>
- UJI saludable. Universidad Jaime I. 2017. Citado 2 de agosto de 2017. Disponible en: <http://www.uji.es/institucional/uji-saludable/>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). Actividad física. Ginebra: WHO; 2017. Citado 2 de agosto de 2017. Disponible en: [http://www.who.int/topics/physical\\_activity/es/](http://www.who.int/topics/physical_activity/es/)
- Pla de Salut. Conselleria de Sanitat Universal i Salut Pública. 2017. Citado 2 de agosto de 2017. Disponible en: <http://www.san.gva.es/web/comunicacion/forum-pla-de-salut>
- Campus Saludable. Universidad de Granada. 2017. Citado 2 de agosto de 2017. Disponible en: <http://csaludable.ugr.es/>
- UdG Saludable. Universidad de Girona. Citado 15 de enero de 2018. Disponible en: <http://www2.udg.edu/tabid/16826/language/ca-ES/Default.aspx>
- UMA Saludable. Universidad de Málaga. 2017. Citado 2 de agosto de 2017. Disponible en: <http://www.uma.es/uma-saludable-2016/cms/menu/inicio/>

32. En Forma, Aula Salud y Escuelas deportivas - Espalda Sana. Universidad Politécnica de Valencia. Citado 15 de enero de 2018. Disponible en: <https://actividadesyescuelas.blogs.upv.es/aula-salud/espalda-sana/>
33. Programa de actividad física y salud. Servicio de Deportes de la Universidad de Salamanca. 2017. Citado 2 de agosto 2017. Disponible en: <http://campus.usal.es/~deportes/actividadfisica.php>
34. Medicine AC of S. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins Health; 2014. p. 456.
35. Prescripción de ejercicio: Guías ACSM 2014©-2013 Edgar Lopategui Corsino. 2017. Citado 2 de agosto de 2017. Disponible en: <http://www.saludmed.com/rxejercicio/rxejercicio.html>
36. Pidgeon J. Draper: The Healthiest Workplace in America! Draper Inc. blog site. 2014. Citado 2 de agosto de 2017. Disponible en: <http://blog.draperinc.com/2014/01/healthiest-workplace-in-america/>
37. Exercise is Medicine. 2017. Citado 2 de agosto de 2017. Disponible en: [http://www.exerciseismedicine.org/support\\_page.php/physical-activity-and-ncds/](http://www.exerciseismedicine.org/support_page.php/physical-activity-and-ncds/)
38. Aldana SG, Merrill RM, Price K, Hardy A, Hager R. Financial impact of a comprehensive multisite workplace health promotion program. *Prev Med* 2005;40(2):131-7.
39. Sallis R, Franklin B, Joy L, Ross R, Sabgir D, Stone J. Strategies for promoting physical activity in clinical practice. *Prog Cardiovasc Dis* 2015;57(4):375-86.
40. Katzmarzyk PT, Gledhill N, Shephard RJ. The economic burden of physical inactivity in Canada. *Can Med Assoc J* 2000;163(11):1435-40.
41. Thornton JS, Frémont P, Khan K, Poirier P, Fowles J, Wells GD, et al. Physical activity prescription: a critical opportunity to address a modifiable risk factor for the prevention and management of chronic disease: a position statement by the Canadian Academy of Sport and Exercise Medicine. *Br J Sports Med* 2016;50:1109-14.
42. Lee I-M, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT, et al. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet Lond Engl* 2012;380:219-29.
43. Nunan D, Mahtani KR, Roberts N, Heneghan C. Physical activity for the prevention and treatment of major chronic disease: an overview of systematic reviews. *Syst Rev* 2013;2:56.
44. Stefani L, Galanti G. Physical exercise prescription in metabolic chronic disease. *Adv Exp Med Biol* 2017;1005:123-41.
45. Seguí Díaz M, Gérvas J. El dolor lumbar. *SEMERGEN - Med Fam* 2017;21-41.
46. Rull M. Abordaje multidisciplinar del dolor de espalda. *Rev Soc Esp Dolor* 2004;11:119-21.
47. Gómez-Conesa A, Valbuena Moya S. Lumbalgia crónica y discapacidad laboral. *Fisioterapia* 2017;255-65.
48. Camargo Lemos DM, Orozco Vargas LC, Hernández Sánchez J, Niño Cruz GI. Dolor de espalda crónico y actividad física en estudiantes universitarios de áreas de la salud. *Rev Soc Esp Dolor* 2009;16:429-36.
49. El dolor de espalda en el ámbito laboral: higiene postural. Citado 2 de agosto de 2017. Disponible en: <http://formaciones.elmedicointeractivo.com/emiod/publicaciones/ctrosalud2002/8/459-463.pdf>
50. Peña Quimbaya E, Colina Gallo E, Gómez V, Cecilia A. Physical activity in personnel of the Universidad de Caldas, Colombia. *Hacia Promoc Salud* 2009;14:53-66.
51. Ruiz G, Vicente ED, Vergara J. Comportamiento sedentario y niveles de actividad física en una muestra de estudiantes y trabajadores universitarios. *J Sport Health Res* 2012;4:83-92.
52. Cambronero M, Blasco JE, Chiner E, Lucas-Cuevas AG. Motivos de participación de los estudiantes universitarios en actividades físico-deportivas. 2015. Citado 2 de agosto de 2017. Disponible en: <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/47946>
53. Peterson NE, Sirard JR, Kulbok PA, DeBoer MD, Erickson JM. Sedentary behavior and physical activity of young adult university students. *Res Nurs Health* 2018;41:30-8.



## Trabajo Original

### Relación del nivel de actividad física y de la composición corporal en el control postural en adultos varones

#### *Relationship of physical activity level and body composition on postural control in male adults*

José Manuel Delfa-de-la-Morena<sup>1</sup>, Miguel Ángel Rojo-Tirado<sup>2</sup>, Eliane Aparecida de Castro<sup>3</sup>, Alexander Gil Arias<sup>4</sup>, Juan Carlos Miangolarra-Page<sup>1</sup> y Pedro José Benito Peinado<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Fisioterapia, Terapia Ocupacional, Rehabilitación y Medicina Física. Universidad Rey Juan Carlos. Alcorcón, Madrid. <sup>2</sup>Departamento de Salud y Rendimiento Humano. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. <sup>3</sup>Pós-doutorado em Promoção de Saúde-UNIFRAN. Franca, Brasil. <sup>4</sup>Centro de Estudios del Deporte. Universidad Rey Juan Carlos. Alcorcón, Madrid

### Resumen

**Introducción:** el equilibrio es crucial para el desempeño de actividades de la vida diaria como la bipedestación o la marcha. La actividad física y la composición corporal son algunos de los factores intrínsecos modificables más importantes que influyen en el equilibrio.

**Objetivo:** analizar la influencia del nivel de actividad física (PAL) y de diferentes variables corporales sobre el control postural de adultos varones.

**Métodos:** estudio observacional, transversal, con 63 varones de entre 25 y 60 años, con índice de masa corporal (IMC) entre 18 y 35 kg/m<sup>2</sup>. Se midieron variables antropométricas (i.e., peso, IMC, perímetro de cintura), de composición corporal y de su distribución (i.e., porcentaje de masa grasa de piernas: %MGP, androide: %MGA y total: %MGT), de actividad física (PAL) y de control postural (i.e., ratio somatosensorial: SOT-SOM). Se utilizó una regresión lineal múltiple para evaluar la relación de todas las variables con la SOT-SOM.

**Resultados:** los resultados de este estudio muestran una correlación entre %MGT ( $r = -0,384$ ,  $p = 0,002$ ), %MGA ( $r = -0,421$ ,  $p = 0,001$ ) y PAL ( $r = 0,291$ ,  $p = 0,021$ ) con la SOT-SOM. Además, los individuos clasificados como obesos ( $\%MGT \geq 28$ ) obtuvieron peores puntuaciones en la SOT-SOM que los individuos no obesos ( $97,33 \pm 2,52$  vs.  $96,37 \pm 1,54$ ;  $p = 0,013$ ) y los individuos clasificados como activos ( $PAL \geq 1,4$ ) obtuvieron mejores puntuaciones en la SOT-SOM que los individuos sedentarios ( $97,13 \pm 2,33$  vs.  $96,18 \pm 1,38$ ;  $p = 0,035$ ).

**Conclusiones:** la masa grasa y el PAL parecen influir a nivel propioceptivo en el control postural, siendo el perímetro de cintura la variable que más predice la SOT-SOM.

#### Palabras clave:

Estilo de vida sedentario. Actividad física. Distribución grasa corporal. Índice de masa corporal.

### Abstract

**Introduction:** balance is very important in order to perform daily physical activities as standing or walking. Both physical activity and body composition are some of the most important adjustable intrinsic factors influencing balance.

**Objective:** to analyze the influence of physical activity level and different body variables on the postural control of male adults.

**Methods:** observational, cross-sectional study with 63 men between 25 and 60 years of age, with body mass index (BMI) between 18 and 35 kg/m<sup>2</sup>. Anthropometric variables (e.g., weight, BMI, waist circumference), body composition and its distribution (e.g., percentage of total fat mass: TFM%, of the legs: LFM%, and android: AFM%), physical activity (PAL) and postural control (e.g., SOM ratio) were measured. Multiple linear regression was used to evaluate the relationship of all variables with the SOM ratio.

**Results:** the results of this study show a correlation between TFM% ( $r = -0.384$ ,  $p = 0.002$ ), AFM% ( $r = -0.421$ ,  $p = 0.001$ ) and PAL ( $r = 0.291$ ,  $p = 0.021$ ) with the SOM ratio. In addition, individuals classified as obese (TFM%  $\geq 28$ ) scored worse on SOM ratio than non-obese individuals ( $97.33 \pm 2.52$  vs  $96.37 \pm 1.54$ ,  $p = 0.013$ ), and individuals classified as active (PAL  $\geq 1.4$ ) scored higher on SOM ratio than sedentary individuals ( $97.13 \pm 2.33$  vs  $96.18 \pm 1.38$ ;  $p = 0.035$ ).

**Conclusions:** the fat mass and PAL seem to influence proprioceptively on postural control, being the waist circumference the variable that predicts SOM ratio the most.

#### Key words:

Sedentary lifestyle. Physical activity. Body fat distribution. Body mass index.

Recibido: 01/02/2018 • Aceptado: 23/05/2018

Delfa-de-la-Morena JM, Rojo-Tirado MA, Aparecida de Castro E, Gil Arias A, Miangolarra-Page JC, Benito Peinado PJ. Relación del nivel de actividad física y de la composición corporal en el control postural en adultos varones. *Nutr Hosp* 2018;35(6):1416-1423

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1821>

#### Correspondencia:

José Manuel Delfa de la Morena. Departamento de Fisioterapia, Terapia Ocupacional, Rehabilitación y Medicina Física. Universidad Rey Juan Carlos. Av. de Atenas, s/n. 28922 Alcorcón, Madrid  
e-mail: jose.delfa@urjc.es

## INTRODUCCIÓN

El equilibrio o estabilidad postural es crucial para el desempeño de actividades de la vida diaria como la bipedestación o la marcha (1). Para que un cuerpo se mantenga en equilibrio y no caiga, su centro de gravedad, que es la proyección vertical de su centro de masas sobre la superficie terrestre, debe encontrarse dentro de su base de sustentación, entendida esta como el área comprendida entre las partes de ese cuerpo que se encuentra en apoyo con la superficie (2).

La tarea de equilibrar el cuerpo humano en posición bípeda debe ser vista como equilibrar un péndulo invertido de gran peso en lo alto. El segmento superior, el cual contiene sobre el 60% del total de la masa corporal, es equilibrado sobre dos segmentos mucho más ligeros, los miembros inferiores (MM.II.). Esto hace que el ser humano sea un sistema inestable salvo que un sistema de control postural esté actuando constantemente. Además, la capacidad de controlar nuestro cuerpo en el espacio emerge de una compleja interacción de los sistemas musculoesquelético y neural, colectivamente referido como "sistema de control postural" (3). Cualquier factor, problema o enfermedad que afecte la integridad o el correcto funcionamiento de este sistema de control postural (4,5) provocará alteraciones del equilibrio y la postura, lo que puede aumentar el riesgo de caídas (8).

La actividad física (6,7), el IMC (9,10), la composición corporal (11,12) y su distribución (13,14) son algunos de los factores intrínsecos modificables más importantes que influyen en el equilibrio. Estudios previos muestran cómo un estilo de vida activo mejora parámetros de control postural (15,16) y cómo un mayor IMC y un mayor porcentaje de masa grasa, así como su distribución, afectan negativamente a la estabilidad postural (1). Sin embargo, no se han encontrado estudios que describan la relación de las variables antropométricas y de composición corporal y su distribución con el control postural en sujetos varones, teniendo en cuenta el nivel de actividad física.

Por lo tanto, el objetivo principal de este trabajo es analizar la influencia del nivel de actividad física y de las variables antropométricas, de composición corporal y de distribución de grasa corporal sobre el control postural de adultos varones.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### DISEÑO

El presente estudio es de carácter observacional, transversal, con inclusión consecutiva no probabilística de casos. Todos los participantes recibieron información por escrito concerniente a la naturaleza y propósito del estudio y firmaron el consentimiento informado previo al comienzo de la investigación. El protocolo, en concordancia con la Declaración de Helsinki sobre Investigación con Seres Humanos, fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Rey Juan Carlos.

## PARTICIPANTES

Los participantes fueron 63 varones de entre 25 y 60 años, con un índice de masa corporal (IMC) entre 18 y 35 kg/m<sup>2</sup> y peso corporal estable (no ganancia o pérdida de 2 kg en los últimos tres meses). Los criterios de exclusión fueron padecer enfermedad grave, ser fumador o ex fumador reciente (menos de seis meses), consumir alcohol, tener diagnosticado algún trastorno del equilibrio, haber sido intervenido de prótesis de rodilla o cadera, haber sufrido un traumatismo en los miembros inferiores en los últimos seis meses, y tener artritis u otra enfermedad inflamatoria severa en los miembros inferiores.

Se difundió un correo electrónico solicitando voluntarios para la realización del estudio a la lista de participantes del estudio PRONAF (Programa Nutricional y de Actividad Física para el Control de la Obesidad) (17). Dicha difusión se envió a 325 individuos que habían indicado interés en formar parte del programa PRONAF. De las 131 personas que mostraron interés en formar parte de este estudio, solamente 67 cumplían los criterios de inclusión para este estudio. Durante la toma de datos, cuatro causaron baja por motivos personales, por lo que finalmente la muestra fue de 63 sujetos.

## VARIABLES

Las variables antropométricas comprendieron el peso, la talla y perímetros de cintura y cadera. Para la medición de las variables antropométricas se siguieron las recomendaciones de la International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) (18), por lo que los perímetros de cintura y cadera se midieron en el nivel del punto más estrecho entre el último arco costal y la cresta iliaca y el nivel del máximo relieve de los músculos glúteos, respectivamente. Se recogió la media de tres mediciones en cada una de las variables obtenidas. Para las medidas de peso y talla fueron utilizados una báscula Tanita® BC-420MA (Bio Lógica Tecnología Médica S.L, Barcelona) y un tallímetro Seca® (rango 80-200 cm, Valencia). Los perímetros de cintura y cadera fueron realizados mediante una cinta Seca® 201 *steel tape* (Quirumed, Valencia). A partir de las medidas, fueron calculadas la ratio cintura-cadera (RCC) y el IMC. Individuos con IMC  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> fueron clasificados como obesos, aquellos con IMC entre 25 y 29,9 kg/m<sup>2</sup> fueron clasificados de sobrepeso y los individuos con IMC  $< 25$  kg/m<sup>2</sup> se catalogaron como peso normal.

Las variables de composición corporal fueron medidas por densitometría ósea (DEXA), (11,14) mediante un densitómetro GE Lunar Prodigy™ (GE Healthcare, Madison, Wisconsin, Estados Unidos). Los parámetros de composición corporal fueron masa grasa (kg y %), masa magra (kg y %) y densidad mineral ósea (g/cm<sup>3</sup>), y se obtuvieron los porcentajes y la cantidad tanto de piernas, como androide y total, así como también la densidad mineral ósea de piernas y total.

Se categorizó a los sujetos en obesos o no obesos en función de la grasa corporal total, acorde a la clasificación de Gallagher (19). Sujetos cuyo porcentaje de masa grasa total era igual o

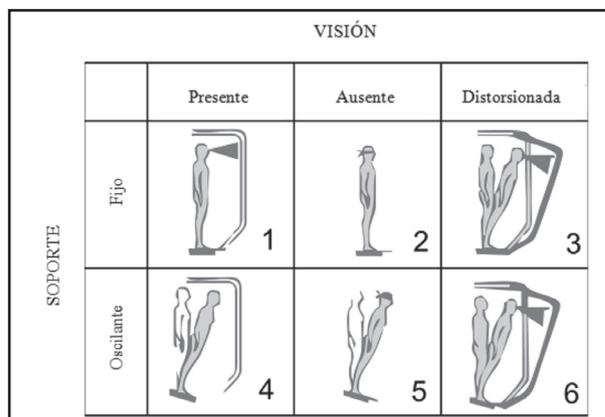
superior a 28 fueron agrupados como “obesos” y sujetos con valores inferiores a 28 fueron agrupados como “no obesos”. También se obtuvieron las medianas del porcentaje de masa grasa de piernas, androide y total para clasificar a los sujetos en bajo o alto porcentaje y comparar así resultados en función de la distribución de la grasa corporal. Para el porcentaje de masa grasa de piernas fue considerado el valor de 24,5; para el porcentaje masa grasa androide, el valor de 37,4; y para el porcentaje de masa grasa total, el valor de 27,4. Los hombres con valores superiores a la mediana eran agrupados en la categoría alto y los hombres con valores inferiores o igual eran clasificados como bajo.

La actividad física fue medida por acelerometría mediante SenseWear® Armband (SWA), un aparato multisensorial objetivo, válido y fiable a la hora de valorar la actividad física (20,21). Se utilizó el test Physical Activity Level (PAL) (22) para clasificar a los sujetos en sedentarios o activos para comparar resultados. Los sujetos que presentaron un nivel de actividad física catalogado como poco activo, activo o muy activo ( $PAL \geq 1,4$ ) fueron agrupados como “activos” y los sujetos con un valor de  $PAL < 1,4$  fueron agrupados como “sedentarios”.

El control postural fue medido mediante posturografía (9,13). El equilibrio fue valorado mediante posturografía dinámica con el Equi Test (Equi Test: Neurocom International, Clackamas, Oregon, Estados Unidos). Se realizó el test de organización sensorial (SOT). Equi Test consiste en una plataforma de fuerzas y un entorno visual que puede ser fijo o móvil (el sistema rota alrededor de las articulaciones del tobillo en respuesta a los ajustes posturales del individuo) y, combinándolas con ojos abiertos o cerrados, proporciona información del individuo a nivel somatosensorial, visual y vestibular. Las condiciones de la prueba fueron seis: a) ojos abiertos, entorno visual y soporte fijo; b) ojos cerrados, soporte fijo; c) entorno visual móvil y soporte fijo; d) entorno visual fijo y soporte móvil; e) ojos cerrados, soporte móvil; y f) ojos abiertos, entorno visual y soporte móvil. Se realizaron tres mediciones de 20 segundos en cada condición (23). A partir de estas seis condiciones se obtuvieron los valores de ratio somatosensorial (SOT-SOM): capacidad del sujeto para utilizar los estímulos somatosensoriales para mantener el equilibrio; de ratio visual (SOT-VIS): capacidad del sujeto para utilizar los estímulos visuales para mantener el equilibrio; de organización ratio vestibular (SOT-VEST): capacidad del sujeto para utilizar los estímulos vestibulares para mantener el equilibrio; de ratio preferencial (SOT-PREF): grado en que los sujetos se basan en la información visual para mantener el equilibrio, incluso cuando la información es incorrecta; y de organización sensorial compuesta (SOT-COMP): la capacidad global del sujeto para mantener el equilibrio (Fig. 1).

## ANÁLISIS DE DATOS

Los datos fueron analizados utilizando SPSS (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) versión 21. El análisis descriptivo (media  $\pm$  desviación estándar) fue realizado para las variables de caracterización. Los datos de control postural no presentaron distribución normal según el test de Shapiro-Wilk, con lo cual se utilizaron



**Figura 1.**

Condiciones del SOT. Seis condiciones combinando el sistema visual (presente, ausente o distorsionado) y la base de soporte (fija u oscilante).

pruebas no paramétricas para analizar esta variable. La correlación de Spearman fue utilizada para evaluar la relación de las variables antropométricas, de composición corporal, de actividad física y de edad con las de control postural. Para la comparación de medias de los test de equilibrio entre individuos agrupados en bajo o alto porcentaje de masa grasa de piernas, androide y total, entre individuos sedentarios y activos según el PAL y entre individuos obesos y no obesos según la clasificación de Gallagher, se utilizó el test de la U de Mann-Whitney. Para la comparación de medias de los test de equilibrio entre individuos agrupados según el IMC (tres grupos), se utilizó el test de Kruskal-Wallis, siendo las diferencias entre grupos verificadas a través del test de la U de Mann-Whitney, corregido por el procedimiento de Bonferroni. El nivel de significación se estableció en  $p < 0,05$ . Acorde a las correlaciones, se realizó una regresión lineal con el fin de verificar la influencia de las variables sobre el control postural. En cada caso, la variable dependiente fue la SOT-SOM y las variables independientes fueron peso, IMC, perímetro de cintura, RCC, porcentaje de masa grasa androide (%MGA) y total (%MGT), porcentaje de masa magra piernas (%MMP) y total (%MMT), masa total de piernas, densidad mineral ósea (DMO) de piernas y total y nivel de actividad física (PAL). Si el valor de p de la variable independiente no fue estadísticamente significativo ( $p > 0,05$ ), esa variable era excluida del modelo. Se obtuvieron los coeficientes estandarizados de cada variable con un intervalo de confianza del 95%.

## RESULTADOS

### ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

La muestra del estudio, a la que se le evaluó el control postural mediante posturografía, fue de 63 varones españoles con una edad de  $42,21 \pm 5,72$  años, con valores entre 28 y 54 años, con un peso corporal de  $83,80 \pm 12,98$  kg, una talla de  $1,74 \pm 0,06$  metros y un IMC de  $27,53 \pm 3,70$  kg/m<sup>2</sup> (Tabla I).

**Tabla I. Características de la población del estudio (n = 63)**

Variables	Media ± DE	Percentiles 25% - 75%
<b>Antropométricas</b>		
Peso (kg)	83,80 ± 12,98	74,60-93,10
Altura (m)	1,74 ± 0,06	1,70-1,79
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	27,53 ± 3,70	24,44-30,64
Perímetro cintura (cm)	93,04 ± 11,37	84,75-102,75
RCC	0,89 ± 0,07	0,84-0,94
<b>Composición corporal</b>		
Masa grasa piernas (kg)	6,60 ± 2,65	4,57-8,54
Masa grasa androide (kg)	2,44 ± 1,19	1,55-3,34
Masa grasa total (kg)	22,81 ± 9,65	14,59-31,72
Masa grasa piernas (%)	24,49 ± 7,39	19,30-30,50
Masa grasa androide (%)	36,16 ± 10,94	27,10-45,80
Masa grasa total (%)	27,20 ± 8,57	20,10-34,20
Masa magra piernas (kg)	19,65 ± 2,36	17,69-21,22
Masa magra androide (kg)	3,92 ± 0,47	3,61-4,17
Masa magra total (kg)	58,03 ± 5,76	53,94-63,10
Masa magra piernas (%)	23,77 ± 3,07	21,40-26,28
Masa magra androide (%)	4,73 ± 0,47	4,39-5,06
Masa magra total (%)	70,23 ± 8,36	63,12-77,60
Masa total piernas (kg)	26,25 ± 3,90	23,59-28,73
CMO piernas (kg)	1,27 ± 0,18	1,16-1,42
CMO androide (kg)	0,06 ± 0,01	0,05-0,06
CMO total (kg)	3,28 ± 0,49	2,92-3,74
DMO piernas (g/cm <sup>2</sup> )	1,44 ± 0,11	1,35-1,53
DMO total (g/cm <sup>2</sup> )	1,28 ± 0,09	1,21-1,41
<b>Control postural</b>		
SOT COMP	77,76 ± 6,11	74,00-82,00
SOT SOM	96,87 ± 2,15	95,00-98,00
SOT VIS	91,46 ± 4,60	90,00-94,00
SOT VEST	63,29 ± 16,62	49,00-76,00
SOT PREF	101,30 ± 15,19	92,00-110,00
<b>Actividad física</b>		
PAL	1,53 ± 0,21	1,38-1,65

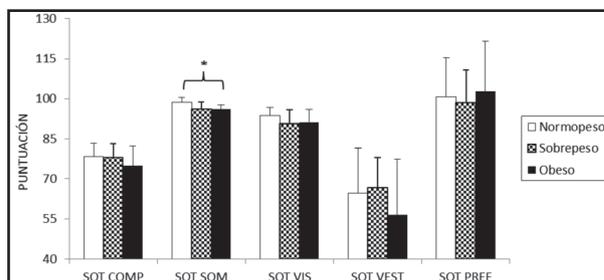
DE: desviación estándar; IMC: índice de masa corporal; RCC: ratio cintura cadera; CMO: contenido mineral óseo; DMO: densidad mineral ósea; SOT COMP: puntuación global de equilibrio; SOT SOM: ratio somatosensorial; SOT VIS: ratio visual; SOT VEST: ratio vestibular; SOT PREF: ratio preferencial; PAL: nivel de actividad física.

**ANÁLISIS CORRELACIONAL**

En la tabla II se muestran los valores de la correlación entre la edad, las variables antropométricas, de composición corporal y de actividad física con las de control postural (SOT-COMP, SOT-SOM, SOT-VIS, SOT-VEST y SOT-PREF). Concretamente, la SOT-SOM se correlacionó con 20 de las 25 variables independientes estudiadas. Las variables peso ( $r = -0,457, p < 0,001$ ), IMC ( $r = -0,412, p = 0,001$ ), perímetro de cintura ( $r = -0,477, p < 0,001$ ), ratio cintura cadera ( $r = -0,409, p = 0,001$ ), masa grasa de piernas ( $r = -0,279, p = 0,027$ ), masa grasa androide ( $r = -0,421, p = 0,001$ ), masa grasa total ( $r = -0,384, p = 0,002$ ), porcentaje de masa grasa androide ( $r = -0,375, p = 0,002$ ), porcentaje de masa grasa total ( $r = -0,336, p = 0,007$ ), masa magra de piernas ( $r = -0,435, p < 0,001$ ), masa magra androide ( $r = -0,329, p = 0,009$ ), masa magra total ( $r = -0,374, p = 0,003$ ), masa total de piernas ( $r = -0,296, p = 0,019$ ), contenido mineral óseo de piernas ( $r = -0,319, p = 0,011$ ), contenido mineral óseo total ( $r = -0,329, p = 0,008$ ), densidad mineral ósea de piernas ( $r = -0,333, p = 0,008$ ) y densidad mineral ósea total ( $r = -0,336, p = 0,007$ ) presentaron correlaciones negativas, mientras que las variables porcentaje de masa magra de piernas ( $r = 0,292, p = 0,020$ ), porcentaje de masa magra total ( $r = 0,331, p = 0,008$ ) y nivel de actividad física ( $r = 0,291, p = 0,021$ ) presentaron correlaciones positivas. La variable SOT-COMP presentó correlación negativa con la edad ( $r = -0,281, p = 0,026$ ) y la variable SOT-VIS se correlacionó negativamente con la ratio cintura cadera ( $r = -0,280, p = 0,027$ ). La SOT-VEST y la SOT-PREF no mostraron correlación con ninguna de las variables analizadas ( $p > 0,05$ ).

**ANÁLISIS DE DIFERENCIAS DE MEDIAS**

La figura 2 presenta la comparación de medias de los test de control postural según el IMC. Sujetos en normopeso obtuvieron puntuaciones significativamente mejores que sujetos obesos en la SOT-SOM ( $97,95 \pm 1,57$  vs.  $96,06 \pm 1,66$ ;  $p = 0,001$ ), con un tamaño del efecto de  $-0,52$ .



**Figura 2.**

Comparación de medias de los test de control postural entre individuos en normopeso, en sobrepeso y obesos según la clasificación del IMC. Las barras indican desviaciones estándar (SOT COMP: puntuación global de equilibrio; SOT SOM: ratio somatosensorial; SOT VIS: ratio visual; SOT VEST: ratio vestibular; SOT PREF: ratio preferencial. \* $p = 0,001$ ).

**Tabla II.** Correlación de Spearman (*r*) entre edad, variables antropométricas, de composición corporal y de actividad física con el control postural

	SOT COMP		SOT SOM		SOT VIS		SOT VEST		SOT PREF	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
Edad	-0,281	0,026	-0,071	0,581	-0,166	0,194	-0,172	0,177	-0,047	0,716
Peso (kg)	-0,116	0,366	-0,457	< 0,001	-0,121	0,343	-0,083	0,520	-0,017	0,898
Altura (m)	0,175	0,171	-0,204	0,108	0,041	0,751	0,128	0,319	-0,039	0,759
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	-0,171	0,181	-0,412	0,001	-0,163	0,202	-0,111	0,385	-0,015	0,908
Perímetro cintura (cm)	-0,158	0,215	-0,477	< 0,001	-0,225	0,076	-0,066	0,609	-0,080	0,533
RCC	-0,188	0,140	-0,409	0,001	-0,280	0,027	-0,079	0,540	-0,102	0,428
Masa grasa piernas (kg)	-0,034	0,791	-0,279	0,027	0,036	0,782	0,051	0,690	-0,111	0,385
Masa grasa androide (kg)	-0,118	0,358	-0,421	0,001	-0,116	0,364	-0,017	0,898	-0,109	0,396
Masa grasa total (kg)	-0,104	0,417	-0,384	0,002	-0,087	0,496	-0,001	0,993	-0,112	0,381
Masa grasa piernas (%)	-0,047	0,717	-0,215	0,091	0,055	0,668	0,070	0,588	-0,136	0,288
Masa grasa androide (%)	-0,116	0,365	-0,375	0,002	-0,127	0,320	-0,003	0,983	-0,113	0,380
Masa grasa total (%)	-0,126	0,323	-0,336	0,007	-0,079	0,541	0,022	0,867	-0,151	0,238
Masa magra piernas (kg)	0,061	0,637	-0,435	< 0,001	-0,023	0,856	-0,019	0,882	0,052	0,686
Masa magra androide (kg)	0,055	0,668	-0,329	0,009	-0,124	0,334	-0,070	0,588	0,124	0,335
Masa magra total (kg)	-0,038	0,770	-0,374	0,003	-0,048	0,711	-0,046	0,718	0,017	0,893
Masa magra piernas (%)	0,067	0,604	0,292	0,020	0,055	0,670	-0,081	0,528	0,155	0,225
Masa magra androide (%)	0,169	0,186	0,197	0,122	0,132	0,303	0,013	0,921	0,101	0,431
Masa magra total (%)	0,138	0,280	0,331	0,008	0,076	0,554	-0,014	0,912	0,150	0,241
Masa total piernas (kg)	0,012	0,923	-0,296	0,019	-0,139	0,276	-0,124	0,332	0,135	0,292
CMO piernas (kg)	-0,042	0,742	-0,319	0,011	-0,073	0,572	0,047	0,717	-0,139	0,278
CMO androide (kg)	0,047	0,713	-0,112	0,384	0,025	0,846	0,130	0,311	-0,183	0,151
CMO total (kg)	-0,047	0,714	-0,329	0,008	-0,110	0,389	0,028	0,825	-0,093	0,470
DMO piernas (g/cm <sup>2</sup> )	-0,055	0,667	-0,333	0,008	-0,113	0,380	0,042	0,744	-0,111	0,387
DMO total (g/cm <sup>2</sup> )	-0,080	0,533	-0,336	0,007	-0,101	0,431	0,019	0,883	-0,110	0,390
PAL	-0,009	0,947	0,291	0,021	-0,001	0,995	-0,105	0,415	0,122	0,340

SOT COMP: puntuación global de equilibrio; SOT SOM: ratio somatosensorial; SOT VIS: ratio visual; SOT VEST: ratio vestibular; SOT PREF: ratio preferencial; IMC: índice de masa corporal; RCC: ratio cintura cadera; CMO: contenido mineral óseo; DMO: densidad mineral ósea; PAL: nivel de actividad física.

La figura 3 presenta la comparación de medias de los test de control postural según la clasificación de Gallagher. Los sujetos no obesos obtuvieron mejores valores en la SOT-SOM que los obesos ( $97,33 \pm 2,52$  vs.  $96,37 \pm 1,54$ ;  $p = 0,013$ ), siendo el tamaño del efecto de  $-0,31$ .

La figura 4 presenta la comparación de medias de los test de control postural según el nivel de actividad física (PAL). Los individuos clasificados como activos obtuvieron mejores puntuaciones en la SOT-SOM que los individuos sedentarios ( $97,13 \pm 2,33$  vs.  $96,18 \pm 1,38$ ;  $p = 0,035$ ), siendo el tamaño del efecto de estas diferencias de  $-0,26$ .

### ANÁLISIS DE REGRESIÓN

Modelos de regresión fueron creados para estimar la SOT-SOM, debido a que únicamente esta variable de control postural presentó altas correlaciones con el nivel de actividad física

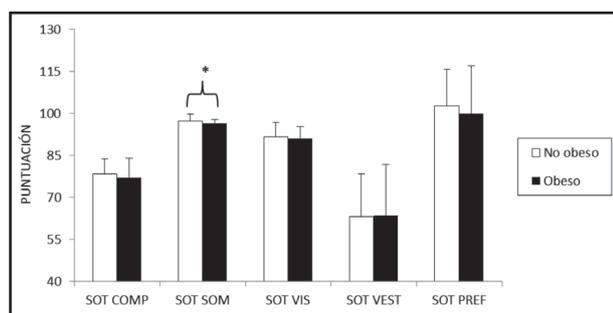


Figura 3.

Comparación de medias de los test de control postural entre individuos no obesos y obesos según la clasificación de Gallagher. Las barras indican desviaciones estándar (SOT COMP: puntuación global de equilibrio; SOT SOM: ratio somatosensorial; SOT VIS: ratio visual; SOT VEST: ratio vestibular; SOT PREF: ratio preferencial. \* $p = 0,013$ ).

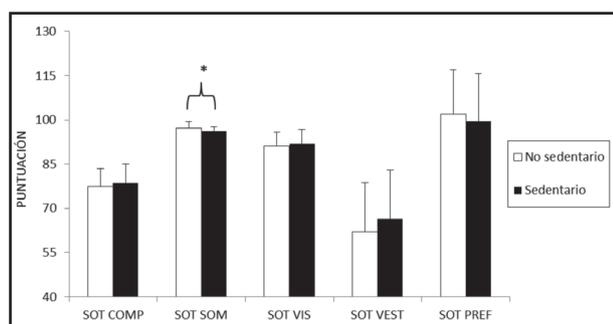


Figura 4.

Comparación de medias de los test de control postural entre individuos no sedentarios y sedentarios según el nivel de actividad física (PAL). Las barras indican desviaciones estándar (SOT COMP: puntuación global de equilibrio; SOT SOM: ratio somatosensorial; SOT VIS: ratio visual; SOT VEST: ratio vestibular; SOT PREF: ratio preferencial. \* $p = 0,035$ ).

y con las variables antropométricas y de composición corporal. La variable dependiente fue el valor de la SOT-SOM y la única variable independiente incluida en el modelo final fue el perímetro de cintura. La tabla III muestra los coeficientes estandarizados y los valores de  $p$  de la regresión lineal múltiple. La ecuación del modelo queda así:

$$\text{Modelo } (R^2 = 0,155; SEM = 0,198): SOT-SOM = 1,041 - 0,001 \times \text{perímetro de cintura (cm)}$$

### DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue analizar la influencia del nivel de actividad física y de las variables antropométricas, de composición corporal y de su distribución sobre el control postural de adultos varones.

Nuestros resultados muestran que la mayoría de las variables se correlacionan con la variable SOT-SOM, siendo asimismo esta última donde se observaron diferencias significativas en la comparación de medias entre diferentes grupos de nuestra muestra.

Son muchos los autores que coinciden en afirmar que un estilo de vida activo mejora el control postural (24,25), informando de mejores resultados de equilibrio en sujetos activos comparado con sujetos sedentarios (6,7,15). Nuestros resultados muestran una correlación positiva entre el nivel de actividad física y la SOT-SOM de nuestros sujetos, así como mejores puntuaciones de la SOT-SOM de los individuos activos respecto a los sedentarios. Dejar de hacer actividad física y adoptar un estilo de vida sedentario reduce la estimulación sensorial, en particular de los receptores

Tabla III. Coeficientes estandarizados del modelo de regresión lineal multivariable

	Coefficiente estandarizado	p
Edad (años)	-0,002	0,988
Peso (kg)	-0,107	0,673
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	0,121	0,693
Perímetro cintura (cm)	-0,001	0,001
RCC	0,042	0,871
Masa grasa androide (%)	0,364	0,176
Masa grasa total (%)	0,447	0,067
Masa magra piernas (%)	-0,355	0,083
Masa magra total (%)	-0,416	0,076
Masa total piernas (kg)	-0,035	0,825
DMO piernas (g/cm <sup>2</sup> )	-0,156	0,208
DMO total (g/cm <sup>2</sup> )	-0,148	0,223
PAL	-0,113	0,466

IMC: índice de masa corporal; RCC: ratio cintura cadera; DMO: densidad mineral ósea; PAL: nivel de actividad física.

somato estáticos y vestibulares (6), lo cual podría explicar las mejores puntuaciones en la SOT-SOM de nuestros sujetos activos.

Por otro lado, numerosos autores coinciden en afirmar que los sujetos con mayor peso (26,27), mayor IMC (9) y mayor perímetro de cintura (28) tienen un peor control postural. Esto mismo ocurre con nuestros resultados, ya que estas tres variables mostraron una correlación significativa con la SOT-SOM. Además, las puntuaciones de la SOT-SOM de los sujetos en normopeso de nuestra muestra según su IMC fueron significativamente más altas que las de los sujetos con obesidad, mostrando así mayor balanceo postural los individuos obesos.

Respecto a la composición corporal y su distribución, también la literatura asocia peor control postural con mayor porcentaje y cantidad de masa grasa androide y total (14), así como mayor cantidad de masa grasa de piernas (12), y mejor control postural con mayor porcentaje de masa magra de piernas (11) y total (29). Esto mismo sucede también con nuestros resultados. Además, las puntuaciones de la SOT-SOM de los sujetos obesos de nuestra muestra según su porcentaje de grasa total (19) fueron significativamente más bajas que las de los sujetos en normopeso, mostrando así mayor balanceo postural los obesos cuando la información sensorial para mantener el equilibrio depende fundamentalmente del sistema somatosensorial.

La relación de las variables antropométricas y de composición corporal, citadas hasta ahora en nuestro estudio, con el control postural, así como la peor capacidad de nuestros sujetos varones adultos obesos de utilizar su sistema somatosensorial para mantener el equilibrio se pueden deber a que, en la edad adulta, la masa muscular disminuye y un mayor IMC se asocia fundamentalmente a un aumento de peso, casi siempre relacionado con un aumento de masa grasa (10), lo cual es refrendado con nuestros resultados. Un mayor perímetro de cintura también se asocia a un aumento de masa grasa sobre todo a nivel abdominal (30). La obesidad se define como exceso de grasa corporal, por tanto, un elevado IMC, peso y perímetro de cintura en la edad adulta se consideran indicadores de obesidad. El hecho de que los sujetos obesos de nuestro estudio hayan obtenido peores resultados en la SOT-SOM que los no obesos puede deberse a que la obesidad pudiera provocar una desensibilización en los receptores cutáneos de la planta del pie, debido al aumento de presión por el mayor peso (31). Estos resultados pueden ser debidos también a que la obesidad está asociada con un deterioro de la calidad de los músculos (exceso de adipocitos, reducción del número de células musculares) y de las articulaciones, provocando un deterioro en la eficiencia del sistema somatosensorial y en la respuesta motora (32,33).

De manera más específica, numerosos autores han valorado la influencia de diferentes variables antropométricas, de actividad física y de composición corporal en el control postural. Brach y cols. (34), en su estudio longitudinal de 17 años, informaron que resultó ser más importante la actividad física que el peso en predecir la capacidad funcional de los 297 sujetos que conformaron su muestra. También Buatois y su equipo (6) informaron en un estudio con 130 participantes que ser físicamente activo resultó ser más importante en los resultados del SOT, que el IMC,

la edad, el sexo o haber realizado actividad física en el pasado. Sin embargo, para Valentine y cols. (11) ni la actividad física, ni la condición física, ni la masa grasa se relacionaron con los resultados del SOT de los 134 sujetos que formaron parte de su estudio. Tan solo la masa magra de piernas se relacionó con el SOT y únicamente en el sexo femenino. Para Misic y su equipo (12), además de la masa magra de piernas, también la condición física y la calidad muscular resultaron predictores del SOT, aunque no la masa grasa total, que fue excluida de su modelo de regresión lineal. Sin embargo, Winters y Snow (35), en una muestra de 61 participantes, sí encontraron la masa grasa total como el principal predictor de la estabilidad postural en plataforma inestable, resultando predecir el equilibrio unas cuatro veces más que la masa magra total. En base a los estudios mencionados anteriormente, no existe consenso en cuanto a qué variables son las más importantes a la hora de predecir los resultados de control postural. En lo que respecta a nuestro estudio, que la edad no resultara una variable predictora de la SOT-SOM en nuestra muestra podría deberse a que la varianza fuera baja y la media de edad, no elevada. Nuestros sujetos eran 63 varones españoles con una media de edad de  $42,21 \pm 5,72$  con valores entre 28 y 54 años. Se sabe que la edad empieza a influir en el control postural entre los 30 y los 40 años de edad (36), pero el declive es mucho más pronunciado a partir de los 60 años (37), rango de edad que no formó parte de nuestro estudio.

El hecho de que el nivel de actividad física haya sido excluido de nuestro modelo de regresión lineal podría deberse a la poca varianza de esta variable en nuestros sujetos (desviación estándar  $\pm 0,21$ ) en comparación con las variables antropométricas y de composición corporal, siendo además casi el 75% de nuestros sujetos sedentarios o poco activos ( $PAL < 1,6$ ) (22).

La única variable predictora para la SOT-SOM incluida en nuestro modelo de regresión lineal ha sido el perímetro de cintura, el cual, como hemos dicho anteriormente, es un indicador de obesidad (30), por lo que podríamos afirmar que un aumento de peso, sobre todo de grasa corporal, influye en la eficiencia del sistema somatosensorial (38). Además, el mayor perímetro de cintura es también un indicador específico de aumento de grasa androide (30). De manera general, los hombres obesos acumulan la grasa en la zona abdominal, mientras que las mujeres lo hacen en caderas y piernas. Todos los sujetos de nuestro estudio son varones y aquellos agrupados en bajo porcentaje de masa grasa androide obtuvieron mejores resultados en la SOT-SOM que aquellos agrupados en alto porcentaje de grasa abdominal, denotando estos últimos peor equilibrio. En este sentido, Corbeil y cols. (39), mediante la creación de un modelo matemático, ya sugirieron que las personas obesas, sobre todo las que poseen una distribución anormal de grasa corporal en el área abdominal (mayor perímetro de cintura), podían tener mayor dificultad en mantener el equilibrio que aquellos individuos en normopeso, ya que el centro de masas en los sujetos obesos está más anteriorizado y, por tanto, necesitan mayor fuerza y rapidez para situarlo en la base de sustentación. Esto podría explicar por qué el perímetro de cintura ha sido la variable que mejor predice la estabilidad postural en nuestra muestra con varones adultos.

Dentro de las limitaciones del estudio se encuentra la ausencia de un tamaño muestral mayor, que no se ha tenido en cuenta el posible deterioro del sistema de control postural relacionado con la edad y no poder extrapolar los resultados al sexo femenino al no haber mujeres en nuestra muestra. Se requiere de futuras investigaciones que, además de incluir la edad y el sexo, arrojen más información sobre qué otros factores (tipo de actividad física, fuerza muscular, etc.) influyen en el control postural.

Para concluir, este estudio muestra que el nivel de actividad física y la composición corporal y su distribución influyen en la eficacia del sistema somatosensorial en el control postural de los varones adultos de nuestro estudio. Además, el perímetro de cintura es la variable que más predice los resultados de la SOT-SOM de nuestros sujetos, de manera que a mayor perímetro de cintura, peor capacidad del sistema somatosensorial de mantener el equilibrio. Esta conclusión podría ser útil para la aplicación de programas de actividad física y reducción de masa grasa en personas con sobrepeso u obesidad con el fin de preservar su sistema somatosensorial para el mantenimiento del equilibrio.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ku P, Osman NA, Yusof A, Abas WW. Biomechanical evaluation of the relationship between postural control and body mass index. *J Biomech* 2012;45(9):1638-42.
- Pollock AS, Durward BR, Rowe PJ, Paul JP. What is balance? *Clin Rehabil* 2000;14(4):402-6.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor control: translating research in clinical practice*. Baltimore: Williams & Wilkins; 2007.
- Chien H-L, Lu T-W, Liu M-W. Effects of long-term wearing of high-heeled shoes on the control of the body's center of mass motion in relation to the center of pressure during walking. *Gait Posture* 2014;39(4):1045-50.
- Aguiar SA, Barela JA. Sleep deprivation affects sensorimotor coupling in postural control of young adults. *Neurosci Lett* 2014;574:47-52.
- Buatois S, Gauchard GC, Aubry C, Benetos A, Perrin P. Current physical activity improves balance control during sensory conflicting conditions in older adults. *Int J Sports Med* 2007;28(1):53-8.
- Daly RM, Ahlborg HG, Ringsberg K, Gardsell P, Sernbo I, Karlsson MK. Association between changes in habitual physical activity and changes in bone density, muscle strength, and functional performance in elderly men and women. *J Am Geriatr Soc* 2008;56(12):2252-60.
- Papa EV, Garg H, Dibble LE. Acute effects of muscle fatigue on anticipatory and reactive postural control in older individuals: a systematic review of the evidence. *J Geriatr Phys Ther* 2015;38(1):40-8.
- Kejonen P, Kauranen K, Vanharanta H. The relationship between anthropometric factors and body-balancing movements in postural balance. *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84(1):17-22.
- Strobel J, Spengler C, Stefanski M, Friemert B, Palm HG. Influence of bodily constitution and physical activity on postural stability. *Sportverletz Sportschaden* 2011;25(3):159-66.
- Valentine RJ, Misisic MM, Rosengren KS, Woods JA, Evans EM. Sex impacts the relation between body composition and physical function in older adults. *Menopause (NY)* 2009;16(3):518-23.
- Misisic MM, Rosengren KS, Woods JA, Evans EM. Muscle quality, aerobic fitness and fat mass predict lower-extremity physical function in community-dwelling older adults. *Gerontology* 2007;53(5):260-6.
- Alonso AC, Luna NM, Mochizuki L, Barbieri F, Santos S, Greve JM. The influence of anthropometric factors on postural balance: the relationship between body composition and posturographic measurements in young adults. *Clinics (Sao Paulo)* 2012;67(12):1433-41.
- Hita-Contreras F, Martínez-Amat A, Lomas-Vega R, Álvarez P, Mendoza N, Romero-Franco N, et al. Relationship of body mass index and body fat distribution with postural balance and risk of falls in Spanish postmenopausal women. *Menopause (NY)* 2013;20(2):202-8.
- Lamoth CJ, Van Heuvelen MJ. Sports activities are reflected in the local stability and regularity of body sway: older ice-skaters have better postural control than inactive elderly. *Gait Posture* 2012;35(3):489-93.
- Sundstrup E, Jakobsen MD, Andersen J, Randers MB, Petersen J, Suetta C, et al. Muscle function and postural balance in lifelong trained male footballers compared with sedentary elderly men and youngsters. *Scand J Med Sci Sports* 2010;20(s1):90-7.
- Zapico AG, Benito PJ, González-Gross M, Peinado AB, Morencos E, Romero B, et al. Nutrition and physical activity programs for obesity treatment (PRONAF study): methodological approach of the project. *BMC Public Health* 2012;12:1100.
- Stewart A, Marfell-Jones M, Olds T, De Ridder H. *International standards for anthropometric assessment*. New Zealand: ISAK; 2011.
- Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR, Sakamoto Y. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *Am J Clin Nutr* 2000;72(3):694-701.
- Roussel S, Fardet A, Lacomme P, Normand S, Montaurier C, Boirie Y, et al. Comparison of total energy expenditure assessed by two devices in controlled and free-living conditions. *Eur J Sport Sci* 2015;15(5):391-9.
- Johannsen DL, Calabro MA, Stewart J, Franke W, Rood JC, Welk GJ. Accuracy of armband monitors for measuring daily energy expenditure in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2010;42(11):2134-40.
- Institute of Medicine (US). *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein and Amino Acids*. Panel on Macronutrients Panel on the Definition of Dietary Fiber, Subcommittee on Upper Reference Levels of Nutrients, Subcommittee on Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes, and the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes, Food and Nutrition Board. National Academies Press; 2005.
- Nashner LM, Shupert CL, Horak FB, Black FO. Organization of posture controls: an analysis of sensory and mechanical constraints. *Prog Brain Res* 1989;80:411-8;discussion 395-7.
- Granacher U, Wick C, Rueck N, Esposito C, Roth R, Zahner L. Promoting balance and strength in the middle-aged workforce. *Int J Sports Med* 2011;32(1):35.
- Garatachea N, Molinero O, Martínez-García R, Jiménez-Jiménez R, González-Gallego J, Márquez S. Feelings of well being in elderly people: relationship to physical activity and physical function. *Arch Gerontol Geriatr* 2009;48(3):306-12.
- Menegoni F, Galli M, Tacchini E, Vismara L, Caviglioli M, Capodaglio P. Gender-specific effect of obesity on balance. *Obesity (Silver Spring)* 2009;17(10):1951-6.
- Hue O, Simoneau M, Marcotte J, Berrigan F, Dore J, Marceau P, et al. Body weight is a strong predictor of postural stability. *Gait Posture* 2007;26(1):32-8.
- Mainenti MRM, Rodrigues ÉdC, Oliveira JFd, Ferreira AdS, Dias CM, Silva ALdS. Adiposity and postural balance control: correlations between bioelectrical impedance and stabilometric signals in elderly Brazilian women. *Clinics* 2011;66(9):1513-8.
- Pereira CL, Baptista F, Infante P. Men older than 50 yrs are more likely to fall than women under similar conditions of health, body composition, and balance. *Am J Phys Med Rehabil* 2013;92(12):1095-103.
- Wang J, Thornton JC, Bari S, Williamson B, Gallagher D, Heymsfield SB, et al. Comparisons of waist circumferences measured at 4 sites. *Am J Clin Nutr* 2003;77(2):379-84.
- Maki BE, Perry SD, Norrie RG, McLroy WE. Effect of facilitation of sensation from plantar foot-surface boundaries on postural stabilization in young and older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1999;54(6):M281-M7.
- Villareal DT, Apovian CM, Kushner RF, Klein S. Obesity in older adults: technical review and position statement of the American Society for Nutrition and NAASO, The Obesity Society. *Obes Res* 2005;13(11):1849-63.
- Jensen GL. Obesity and functional decline: epidemiology and geriatric consequences. *Clin Geriatr Med* 2005;21(4):677-87.
- Brach JS, VanSwearingen JM, FitzGerald SJ, Storti KL, Kriska AM. The relationship among physical activity, obesity, and physical function in community-dwelling older women. *Prev Med* 2004;39(1):74-80.
- Winters KM, Snow CM. Body composition predicts bone mineral density and balance in premenopausal women. *J Womens Health Gend Based Med* 2000;9(8):865-72.
- Balogun JA, Akindele KA, Nihinlola JO, Marzouk DK. Age-related changes in balance performance. *Disabil Rehabil* 1994;16(2):58-62.
- Era P, Sainio P, Koskinen S, Haavisto P, Vaara M, Aromaa A. Postural balance in a random sample of 7,979 subjects aged 30 years and over. *Gerontology* 2006;52(4):204-13.
- Vereeck L, Wuyts F, Truijens S, Van de Heyning P. Clinical assessment of balance: normative data, and gender and age effects. *Int J Audiol* 2008;47(2):67-75.
- Corbeil P, Simoneau M, Rancourt D, Tremblay A, Teasdale N. Increased risk for falling associated with obesity: mathematical modeling of postural control. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng* 2001;9(2):126-36.



## Trabajo Original

### Implicaciones cognitivas en la estimación psicofísica del sabor

#### *Cognitive implications in the psychophysical estimation of taste*

Concha Martínez-García<sup>1</sup>, Tomás Eugenio Martínez García<sup>2</sup>, Ana Merchán-Clavellino<sup>3</sup>, María Pilar Salguero Alcañiz<sup>4</sup>, Cecilio Parra Martínez<sup>5</sup> y José-Ramón Alameda-Bailén<sup>4</sup>

Departamentos de <sup>1</sup>Psicología Social, Evolutiva y de la Educación y <sup>4</sup>Psicología Clínica y Experimental. Universidad de Huelva (UHU). Huelva. <sup>2</sup>Servicio de Medicina Interna. Hospital General Universitario de Especialidades "Juan Ramón Jiménez". Huelva. Servicio Andaluz de Salud (SAS). Junta de Andalucía. Huelva. <sup>3</sup>Departamento de Psicología. Universidad de Cádiz (UCA). Cádiz. <sup>5</sup>Departamento de Farmacología y Pediatría. Facultad de Medicina. Universidad de Málaga (UMA). Málaga

### Resumen

**Introducción:** en la percepción sensorial del gusto, los conceptos de umbral absoluto (UA), los métodos psicofísicos para estimarlo y la influencia que ejerce el conocimiento previo sobre su percepción y reconocimiento son de difícil aprendizaje por su escaso estado de conciencia.

**Objetivo:** evaluar los umbrales de detección de los cuatro sabores básicos en una muestra de jóvenes sanos, en condiciones de restricción de alimentos/no-restricción, y analizar la influencia del conocimiento previo de la astringencia para su detección-identificación.

**Método:** se puso en contacto directo con las sustancias químicas de los sabores y de astringencia a 114 participantes con media de 20,03 años (DT = 5.45), el 75,4% mujeres, mediante una degustación teórica-práctica. Se aplicó un diseño de tratamiento invertido con las condiciones experimentales sobre restricción de alimentos y conocimiento de astringencia.

**Resultados:** todos identificaron sus UA para los cuatro sabores básicos. El grupo con restricción fue significativamente más sensible ( $T_b = -3,305$ ;  $p = 0,001$ ) al dulce (UA = 2 g/l) que el grupo sin restricción (UA = 5 g/l). La detección-identificación de la astringencia resultó significativamente mayor ( $t = -13,323$ ;  $p = 0,000$ ) con información previa del nombre (79,31%) que sin esta información (19,64%), confundiéndola, o describiéndola, como sabor amargo (80,36%).

**Conclusiones:** el aprendizaje del sabor se favorece cuando se realiza la medición psicofísica de los sentidos químicos junto a la formación de determinados conceptos teóricos sobre la percepción gustativa y denominación de sabores, al facilitar su proceso cognitivo posterior detección-identificación. También debe atenderse al proceso de homeostasis interna previa de los participantes por la variabilidad en los resultados de sus UA según las condiciones de hambre/saciedad anteriores a su estimación psicofísica.

#### Palabras clave:

Percepción del gusto.  
Medidas psicofísicas.  
Umbral absoluto.  
Astringencia.  
Catadores jóvenes.  
Sensación y cognición.

### Abstract

**Introduction:** in sensory perception of taste, it is difficult to learn the concepts of absolute threshold (AT), the psychophysical methods to estimate it and the influence exerted by prior knowledge on their perception and recognition, because they have little awareness.

**Objective:** to assess absolute thresholds of four basic flavors in a sample of healthy young people, in conditions of food restriction/without restriction, and to analyze the influence of prior knowledge of astringency in its detection-identification.

**Methods:** one hundred and fourteen participants with an average of 20.03 years old (SD = 5.45), 75.4% of them women, were put in direct contact with chemical substances of basic flavors and astringency through a theoretical-practical tasting. An inverted treatment design was applied with experimental conditions on food restriction and knowledge of astringency.

**Results:** all identified their AT for basic flavors. The group with restriction was significantly more sensitive ( $T_b = -3.305$ ,  $p = 0.001$ ) to sweet (AU = 2 g/l) than the group without restriction (AU = 5 g/l). The detection-identification of astringency was significantly higher ( $t = -13.323$ ,  $p = 0.000$ ) with previous information of the name (79.31%) than without this information (19.64%), confusing or describing it as bitter taste (80.36%).

**Conclusion:** taste learning is facilitated with the performance of psychophysical measurements of chemical senses, together with training of certain theoretical concepts about taste perception and flavor denomination, because it facilitates the cognitive process for detection-identification. In addition, the process for the previous internal homeostasis of participants must be considered as their AU results vary according to the hunger/satiety conditions prior to the psychophysical estimation.

#### Key words:

Taste perception.  
Psychophysical measures.  
Absolute threshold.  
Astringency. Young tasters. Sensation and cognition.

Recibido: 15/03/2018 • Aceptado: 23/05/2018

Martínez-García C, Martínez García TE, Merchán-Clavellino A, Salguero Alcañiz MP, Parra Martínez C, Alameda-Bailén JR. Implicaciones cognitivas en la estimación psicofísica del sabor. *Nutr Hosp* 2018;35(6):1424-1431

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1903>

#### Correspondencia:

Concha Martínez García. Facultad de Psicología, Educación y Ciencias del Deporte. Universidad de Huelva (UHU). Campus "El Carmen". Av. Fuerzas Armadas, s/n. 21071 Huelva  
e-mail: [concha.martinez@dpsi.uhu.es](mailto:concha.martinez@dpsi.uhu.es)

## INTRODUCCIÓN

La percepción de los sentidos químicos se realiza con un escaso estado de conciencia (1,2), por lo que es necesario contar con las sustancias apropiadas y sus concentraciones y condiciones de control requeridas, poniendo en contacto directo las moléculas que hemos de detectar con nuestros receptores químicos del gusto y del olfato que, combinados, confieren la sensación multimodal del sabor (3-5).

Una vez transducida y transmitida la información por las neuronas hasta alcanzar las áreas corticales del gusto (la cortical primaria, en la corteza frontal insular y opercular, y la cortical secundaria, en la corteza orbitofrontal caudolateral), responsables de su percepción consciente (6,7), debemos aún etiquetar lingüísticamente esa sensación y almacenarla en nuestro repertorio cognitivo para poder reconocerla en futuras detecciones de sabor.

Todo esto ocurre con tal velocidad de procesamiento y de forma tan cotidianamente usual que apenas somos conscientes de ello hasta que, por ejemplo, intentamos degustar los ingredientes de un nuevo plato, la calidad de un vino o sospechamos de la frescura/nocividad de algún alimento, y es entonces cuando emitimos un juicio en base a nuestra experiencia previa.

Sin embargo, este estado consciente es el que se requiere en investigación cuando utilizamos los métodos y técnicas psicofísicas para medir el umbral absoluto (UA), o de detección, que permiten estimar la relación cuantitativa entre la detección fisiológica y la percepción psicológica de un estímulo (8), siendo mediadas las respuestas de los sujetos por el procesamiento descendente arriba-abajo (*top-down*), que posibilita el criterio de decisión para identificar y nombrar ese sabor (9,10).

Llegados a este punto, no resulta extraño recordar la riqueza de vocabulario, incluso extravagancia, que utilizan enólogos, sumilleres y aficionados en sus descripciones sensoriales de los vinos, empleando un léxico especializado con base metafórica del tipo "vino con buen cuerpo y taninos amables" (11) y que difiere notablemente del lenguaje empleado por los no expertos, sean o no consumidores, con lo que cabe preguntarse si psicofísicamente estamos estimando la capacidad de "percibir" o, por el contrario, estimamos la capacidad de "describir" dichas percepciones.

Si atendemos a estudios sobre la influencia genética en la capacidad para detectar el sabor amargo de la feniltiocarbamida (FTC) entre catadores y no catadores (12,13), o sobre la dotación genética en la densidad de botones gustativos (14,15), los resultados muestran que la mayoría estaríamos dotados genéticamente para ser potenciales catadores, lo que no daría respuesta a dichas diferencias.

Sobre la capacidad de describir las sensaciones percibidas, Abbal y cols. (16) aluden a dos fases de análisis, la fase sensorial fisiológica y la fase de traducción terminológica y de comunicación de la información, infiriéndose entre ambas un procesamiento cognitivo de búsqueda del lexema adecuado que exprese la complejidad de la sensación percibida. Ante la ausencia de ese lexema, se establecerían cadenas comparativas con anteriores experiencias resolviéndolo con expresiones análogas y metáforas (11,17) que, en el caso de los expertos, se sistematizan por repetición de su uso.

Para comprobarlo, este estudio analiza la influencia que ejerce tener/no tener conocimiento previo del nombre *astringencia*. Aunque esta supone una sensación gustativa táctil y háptica común en alimentos como el limón o el vinagre, su descripción o nombramiento puede ser novedoso por desconocimiento de ese lexema, especialmente en población joven.

Por otro lado, también debe atenderse a los mecanismos homeostáticos del organismo cuando se investiga en la psicofísica del sabor por la influencia que puedan ejercer en su detección y la consecuente variabilidad de resultados inter e intrasujeto.

Respecto al sabor dulce, la glucosa es la principal fuente de energía del organismo. Sus receptores, T1R1/T1R3, además de estar presentes en las papilas gustativas y en órganos del sistema periférico, también se encuentran en el núcleo del tracto solidario del cerebro, implicado en el control de procesos homeostáticos y de la concentración óptima de glucosa en sangre (aprox. 100 mg/dl) (18-20).

En situación de ayuno, se incrementan los niveles de la hormona grelina (21), que actúa como potente estimulante del apetito activando neuronas sensibles a la glucosa (GE y GI) del hipotálamo, donde se genera la señal de hambre en respuesta a la menor cantidad de glucosa del medio, estando asimismo estas neuronas presentes en el núcleo solidario y en la amígdala (18).

Por ello se entrevistó que en situaciones de restricción alimentaria, aunque sea leve, se mostrará preferencia por la búsqueda de alimentos ricos en glucosa (reduciendo su UA), frente a los demás sabores básicos de salado, amargo y ácido/agrio (22-24), como respuesta a la necesidad de homeostasis interna.

Para dilucidar lo anterior, se propusieron dos objetivos en este estudio: a) evaluar los umbrales de detección de los cuatro sabores básicos en una muestra de jóvenes sanos en condiciones de restricción de alimentos/no-restricción; y b) analizar la influencia del conocimiento previo del nombre "astringencia" para su detección-identificación.

## MATERIAL Y MÉTODO

### PARTICIPANTES

La muestra la constituyeron 114 participantes de ambos sexos (el 75,4% mujeres), estudiantes de la Universidad de Huelva, que fueron asignados a dos grupos: grupo de mañana (GM = 58) y grupo de tarde (GT = 56).

Los criterios de inclusión fueron: ser mayor de 18 años y dar su firma previa del consentimiento informado que establece el Comité de Bioética de la Universidad de Huelva en aplicación de las normas de la Declaración de Helsinki (25).

Los criterios de exclusión fueron: afección de las capacidades gustativas u olfativas y realizar tratamientos con fármacos o psicofármacos que pudiesen alterar dichas capacidades.

### INSTRUMENTOS

Para la elaboración de las disoluciones según la Norma ISO 3972 (26), se utilizaron las siguientes soluciones químicas-acuo-

sas: 20 g/l de sacarosa (dulce); 1 g/l de ácido tartárico (ácido); 4 g/l de cloruro sódico (salado); 10 mg/l sulfato de quinina (amargo). Se realizaron concentraciones descendentes para cada sabor y se incluyó un quinto elemento de disolución de 1 g/l de ácido tánico para la detección de la astringencia (Tabla I). Ambos grupos realizaron idénticos ejercicios de cata teórica-práctica, A, B y C, cada una con cinco degustaciones, donde se repetía algún sabor con diferente concentración en los ejercicios A y C, mientras que en el B se introdujo la sensación de astringencia junto a los cuatro sabores básicos.

Se utilizó una ficha Registro de Detección elaborada para este estudio en la que se registraron los sabores percibidos anotando, junto al número de disolución (degustación nº 1, degustación nº 15), el nombre del sabor que creían percibir.

## PROCEDIMIENTO

Se llevó a cabo un estudio cuasi-experimental con muestreo intencional, de corte transversal, con diseño de grupos no equivalentes y tratamiento invertido en el que, en un grupo, se introduce un tratamiento que se espera produzca un efecto en dirección positiva (de la hipótesis planteada), y en el otro, se introduce el tratamiento contrario, o conceptualmente opuesto, que se espera que invierta la pauta del efecto (27,28).

Las condiciones experimentales de los grupos de este estudio fueron: GM, con restricción de alimentos y con información anticipada del nombre "astringencia", y GT, sin restricción de alimentos y sin anticipación de ese nombre. El resumen de las instrucciones dadas fue el siguiente:

- GM (12:00 h\*): no ingerir alimento alguno ni bebida, salvo agua, desde las 9:00 h y acudir al aula-laboratorio a las 11:00 h.

En la hora previa al experimento, de 11 a 12 h, se distribuyó el material necesario (consentimiento informado, fichas de detección, tapetes de papel que debían numerar, cristalería, botellas de agua para aclaración bucal entre degustaciones, contenedores de vaciado, etc.) y se ofreció una breve explicación teórica de las zonas linguales con mayor concentración de receptores químicos para cada sabor básico. Durante el experimento del ejercicio B se informó en este

grupo, que la astringencia estaba incluida para su degustación junto a los cuatro sabores básicos.

- GT (16:00 h\*): acudir al aula-laboratorio a las 15:30 h, después de almorzar.

Al llegar al lugar, los participantes ya tenían distribuido todo el material necesario y en la primera media hora se ofreció idéntica explicación teórica que la dada al GM.

Durante el experimento del ejercicio B se informó en este grupo de que, junto a los sabores básicos, estaba incluida una degustación "sorpresa" para identificar entre las cinco disoluciones.

(\*): hora de inicio del experimento.

En el ejercicio A se presentaron las mayores concentraciones de disolución; en el ejercicio B se dispusieron diferentes concentraciones descendentes e incluyó la disolución de 1 g/l de ácido tánico para la percepción de la astringencia; y finalmente, en el ejercicio C se presentaron las concentraciones de sabores más bajas.

Dentro de cada ejercicio se aleatorizó la administración del orden de los sabores, que fueron después numerados del 1 al 15 para ser administrados de forma idéntica en los dos grupos (Tabla I). Todas las disoluciones fueron suministradas en 30 ml/copa.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Para la descripción de las variables cualitativas como el sexo y estado olfativo-gustativo se calcularon frecuencias absolutas (n) y frecuencias relativas (%) y para la variable edad se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para evaluar la normalidad de la muestra. Se determinó la t de Student cuando la muestra seguía dicha distribución; en caso contrario, se realizó la U de Mann-Whitney. Se obtuvieron las medias de tendencia central (M) y dispersión (DT), contrastando la hipótesis de igualdad entre las medias ( $p < 0,05$ ) con la prueba t de Student (t) y la prueba de Levene para la homogeneidad de las varianzas, correspondientes a muestras independientes para las cuantitativas, y se aplicó la prueba Chi-cuadrado de Pearson ( $\chi^2$ ) para las cualitativas.

En el análisis de coeficientes de correlación entre las variables ordinales relativas a los cuatro sabores básicos y la astringencia se utilizó el estadístico Tau-b de Kendall ( $T_b$ ).

**Tabla I.** Composición y ordenación descendente de disoluciones de los cuatro sabores básicos, aleatorizadas dentro de cada uno de los ejercicios de degustación: A, B y C

Ejercicio A	Ejercicio B	Ejercicio C
1) 2 g/l cloruro sódico	6) 0,75 g/l ácido tartárico	11) 0,1 g/l ácido tartárico
2) 1 g/l ácido tartárico (ácido)	7) 10 g/l sacarosa	12) 2 g/l sacarosa
3) 10 mg/l sulfato quinina (amargo)	8) 5 mg/l sulfato de quinina	13) 5 g/l sacarosa
4) 20 g/l sacarosa (dulce)	9) 1 g/l cloruro sódico	14) 0,5 g/l ácido tartárico
5) 4 g/l cloruro sódico (salado)	10) 1 g/l ácido tánico (astring)	15) 2 mg/l sulfato de quinina

*Nota:* La numeración con cierre de paréntesis refleja el orden de administración de las disoluciones. La cursiva indica las mayores concentraciones de disolución.

**RESULTADOS**

La edad promedio de la muestra fue de 20,03 años (DT: 5,45) y las medias de los grupos, de 18,59 (GM) y 21,52 (GT). No mostraron diferencias significativas respecto al sexo ( $\chi^2 = 0,973$ ,  $p > 0,05$ ), siendo en ambos grupos mayoría las mujeres (75,4%). Mostraron no tener afectadas las capacidades gustativa y olfativa, sin diferencia significativa entre grupos ( $\chi^2 = 5,732$ ,  $p > 0,05$ ), y en aquellos participantes que indicaron en su ficha de datos procesos catarrales o alérgicos, fue con una anterioridad de al menos un mes, no presentando afección en el momento de la evaluación. Los resultados descriptivos se muestran en la tabla II.

Los participantes identificaron los cuatro sabores básicos (Tabla III) con los siguientes resultados: para el sabor dulce, todos los sujetos lo detectaron con la mayor concentración (20 g/l de sacarosa) pero se atendía a sus UA, que fueron de 2 g/l de sacarosa para 60 participantes, 5 g/l para 51 participantes y el resto mostró un UA de 10 g/l; el sabor salado fue detectado con la menor concentración, 1 g/l de ClNa para 101 participantes; el amargo lo detectó el 73,7% de la muestra con las concentraciones de 2 y 5 mg/l de sulfato de quinina y el 26,3% restante, con la disolución 10 mg/l; para el sabor ácido, los UA del 82% de la muestra fueron con las concentraciones de 0,1 y 0,5 g/l de ácido tartárico y del 18%, con 0,75 g/l.

El análisis correspondiente a las diferentes condiciones experimentales de los grupos mostró diferencias significativas respecto al sabor dulce ( $T_b = -3,305$ ,  $p < 0,001$ ), siendo el UA menor en la condición de privación del GM (2 g/l sacarosa) que sin esa privación del grupo GT (UA = 5 g/l sac.). También resultaron significativamente diferentes los resultados sobre el sabor amargo ( $T_b = 2,365$ ,  $p < 0,05$ ), siendo más sensible el grupo GT, con la condición de saciedad sensorial (UA = 2 mg/l), que el GM (UA = 5 g/l) (Fig. 1).

Para el sabor salado no mostraron diferencias significativas entre grupos ( $T_b = 1,440$ ,  $p > 0,05$ ), con un UA de 1 g/l de ClNa, ni tampoco para el sabor ácido ( $T_b = 1,924$ ,  $p > 0,05$ ), con UA de 5 g/l de ácido tartárico.

Por último, los resultados sobre el segundo objetivo de estudio referente a la condición experimental de tener/no-tener informa-

ción del nombre de la sensación astringente, previa a la degustación, mostraron diferencias entre grupos estadísticamente significativas ( $T_b = -19,420$ ,  $p < 0,001$ ). Con la única concentración del experimento para ambos grupos de 1 g/l de ácido tánico, en el ejercicio B, el grupo GM, con la condición de facilitación del nombre, identificó/comunicó la sensación de astringencia en mayor proporción (79,31%) que el grupo GT (19,64%), sin facilitación del nombre (Fig. 2).

El contraste de hipótesis corrobora las decisiones de retención y de rechazo de las hipótesis nulas, en la línea de lo indicado en las hipótesis de investigación y con niveles de significación próximos a lo anteriormente analizado con el estadístico Tau-b de Kendall ( $T_b$ ) para el dulce, el amargo y la astringencia (Tabla IV).

**DISCUSIÓN**

Los factores aquí analizados han tratado de responder a las cuestiones surgidas de dos ejes de investigación: por un lado, con un corte psicofísico, se han estudiado contenidos teóricos implicados en la percepción de los sentidos químicos como son el concepto de umbral absoluto, sus medidas psicofísicas y la posible variabilidad de resultados según las necesidades homeostáticas provocadas por las condiciones de restricción/saciedad alimentaria y, por otro lado, se ha estudiado la necesidad atender a los procesos cognitivos que acontecen desde la recepción de los estímulos procedentes del ambiente hasta la comunicación de la respuesta verbal necesaria para poder medir o hallar la percepción sensorial ocurrida.

En el primer aspecto, destacamos que los resultados obtenidos han corroborado lo existente en la bibliografía sobre las concentraciones estándares de disolución de sustancias que son necesarias para poder detectar los cuatro sabores básicos al no necesitar incrementarlas en ninguna de las dos condiciones experimentales.

Además, los participantes de este estudio han mostrado una mayor sensibilidad en la detección de los sabores básicos al resultar con menor UA que en estudios sobre paneles de catadores (3,4,29). Estos resultados pueden obedecer a la joven edad de la

**Tabla II. Resumen de resultados descriptivos de grupos GM y GT de edad, sexo, estado gustativo-olfativo y de las pruebas del contraste de hipótesis**

	n	Edad		Sexo				Estado gustativo-olfativo		
		M	DT	Hombre		Mujer		Normal	Resfriado	Alergia
				n	%	n	%			
Grupo GM	58	18,59	1,312	12	20,7	46	79,3	44	11	3
Grupo GT	56	21,52	7,405	16	28,6	40	71,4	51	5	0
Total	114	20,03	5,452	28	24,6	86	75,4	95	16	3
		Edad		Sexo				Estado N/R/A		
		t	Sig.	$\chi^2$		Sig.	$\chi^2$	Sig.		
Pruebas del contraste de hipótesis		-2,919	0,005*	0,955		0,328	5,732	0,057		

\* $p < 0,01$ .

**Tabla III.** Resumen de resultados de umbrales de detección de los grupos GM y GT para los cuatro sabores básicos (dulce, salado, amargo y ácido) y de la astringencia

		Grupo alumnos		Total	
			Grupo GT		Grupo GM
<b>Dulce</b>	2 g/l sacarosa	Recuento	21	39	60
		% de grupo alumnos	37,5%	67,2%	52,6%
	5 g/l sacarosa	Recuento	33	18	51
		% de grupo alumnos	58,9%	31,0%	44,7%
	10 g/l sacarosa	Recuento	2	1	3
		% de grupo alumnos	3,6%	1,7%	2,6%
<b>Salado</b>	1 g/l ClNa	Recuento	52	49	101
		% de grupo alumnos	92,9%	84,5%	88,6%
	2 g/l ClNa	Recuento	3	5	8
		% de grupo alumnos	5,4%	8,6%	7,0%
	4 g/l ClNa	Recuento	0	4	4
		% de grupo alumnos	0,0%	6,9%	3,5%
	> 4 g/l ClNa (no detecta)	Recuento	1	0	1
	% de grupo alumnos	1,8%	0,0%	0,9%	
<b>Amargo</b>	2 mg/l quinina	Recuento	24	9	33
		% de Grupo Alumnos	42,9%	15,5%	28,9%
	5 mg/l quinina	Recuento	14	25	39
		% de grupo alumnos	25,0%	43,1%	34,2%
	10 mg/l quinina	Recuento	13	17	30
		% de grupo alumnos	23,2%	29,3%	26,3%
	> 10 mg/l quinina (no detecta)	Recuento	5	7	12
	% de grupo alumnos	8,9%	12,1%	10,5%	
<b>Ácido</b>	0,1 g/l ác. tartárico	Recuento	21	13	34
		% de grupo alumnos	37,5%	22,4%	29,8%
	0,5 g/l ác. tartárico	Recuento	27	32	59
		% de grupo alumnos	48,2%	55,2%	51,8%
	0,75 g/l ác. tartárico	Recuento	8	11	19
		% de grupo alumnos	14,3%	19,0%	16,7%
	> 1 g/l ác. tartárico (no detecta)	Recuento	0	2	2
	% de grupo alumnos	0,0%	3,4%	1,8%	
<b>Astringencia</b>	No identifica	Recuento	0	12	12
		% de grupo alumnos	0,0%	20,7%	10,5%
	Si astringente	Recuento	11	46	57
		% de grupo alumnos	19,6%	79,3%	50,0%
	nombra amargo	Recuento	45	0	45
	% de grupo alumnos	80,4%	0,0%	39,5%	
<b>Total</b>	Recuento	56	58	114	
	% de grupo alumnos	100,0%	100,0%	100,0%	

muestra, 20 años, en línea con lo indicado por González-Carnero (23), ya que, en degustaciones de expertos/no-expertos, los sujetos participantes suelen tener una media de edad más avanzada.

Respecto a los resultados encontrados de la mayor sensibilidad para el sabor dulce del GM, se confirma nuestra hipótesis de investigación, ya que preveíamos que el mecanismo de homeos-

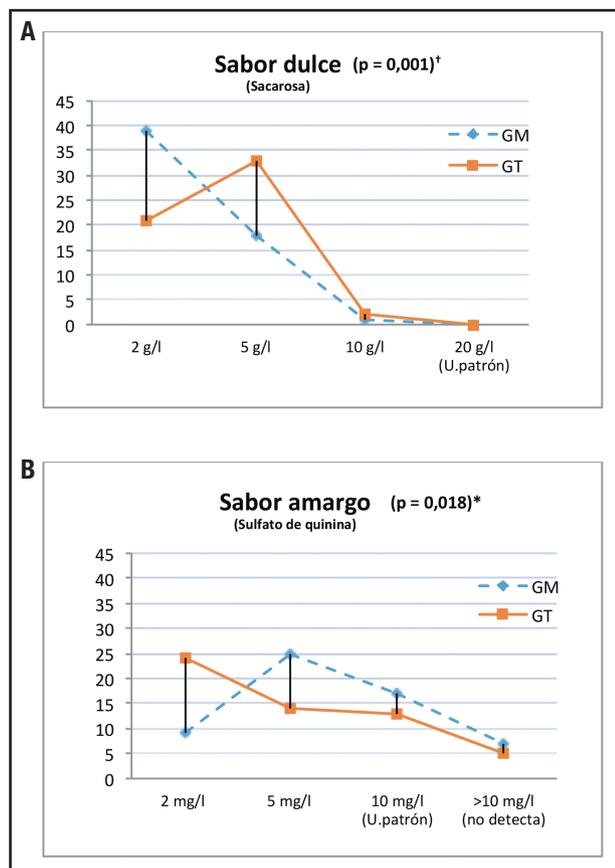


Figura 1.

Comparativa de la distribución de frecuencias absolutas de los grupos GM y GT para los sabores dulce y amargo. La figura A muestra la preferencia significativa, o mayor sensibilidad, hacia el sabor dulce (línea discontinua) del grupo GM en la condición de restricción alimentaria, con un umbral absoluto menor (UA = 2 g/l de sacarosa) que el mostrado por el grupo GT, sin esa privación (UA = 5 g/l sac.). La figura B del sabor amargo refleja lo contrario, siendo el grupo GT con saciedad alimentaria (línea continua) el que lo detecta con menor concentración (UA = 2 mg/l) respecto al GM, que necesitó mayor concentración de sulfato de quinina (UA = 5 g/l) para detectarlo. \*p < 0,05; †p < 0,001.

tasis incrementaría la búsqueda de este sabor, descendiendo su UA frente a los demás sabores básicos. Esto responde a la necesidad energética, al haber transcurrido más de tres horas

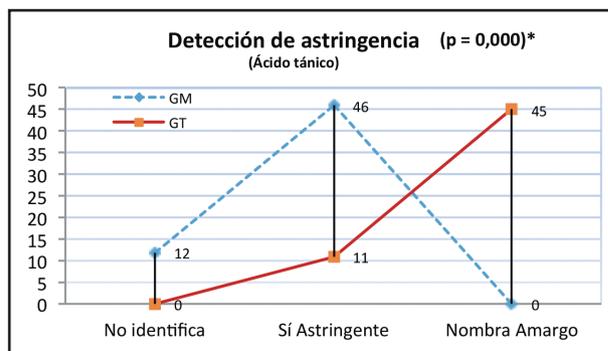


Figura 2.

Distribución de frecuencias absolutas de los grupos GM y GT en la comunicación de la percepción/identificación de la sensación astringente. En la condición del grupo GM con facilitación previa del nombre (línea discontinua), 46 sujetos (79,31%) comunicaron la sensación de astringencia identificándola correctamente y los 12 sujetos restantes comunicaron no saber a qué se correspondía esa degustación. Por el contrario, en la condición sin facilitación previa del nombre del grupo GT (línea continua), solamente once sujetos (19,64%) la identificaron/nombraron correctamente como sensación astringente y 45 sujetos la confundieron/comunicaron con la degustación de sabor amargo. \*p < 0,001.

de ayuno, que suponía la condición experimental de restricción alimentaria de este grupo, así como al hecho de haber estado sometidos al desgaste cognitivo que supuso su participación en una clase universitaria de dos horas en ese intervalo.

En relación a los resultados de la mayor sensibilidad de GT para el sabor amargo, realizamos los siguientes análisis inferenciales:

- Resultado del amargo invertido con el sabor dulce: podría estar mostrando un proceso de *compensación* del mecanismo de transducción del sistema nervioso, relacionado con el acoplamiento de las moléculas de ambos sabores a un tipo particular proteínas G, gustducinas, implicadas en el segundo mensajero AMPc (adenosín monofosfato cíclico derivado del ATPc o adenosín trifosfato cíclico) y que no comparten con el mecanismo de transducción de los sabores salado y ácido, en los que ocurre por los receptores ionotrópicos (Na<sup>+</sup> y H<sup>+</sup>), sin intervención de la proteína G (30,32).
- Resultado del amargo en la condición de saciedad: de igual forma que se ha descrito anteriormente sobre la homeos-

Tabla IV. Resumen de los coeficientes de correlación entre las variables relativas a los cuatro sabores básicos y de la detección/nombramiento de la astringencia

Tau-b de Kendall	Valor	Error típ. asint. <sup>§</sup>	T <sub>b</sub> aprox. <sup>‡</sup>	Sig. aprox.
Salado (cloruro sódico)	0,131	0,087	1,440	0,150
Dulce (sacarosa)	-0,292	0,088	-3,305	0,001†
Amargo (quinina)	0,200	0,085	2,365	0,018*
Ácido (ácido tartárico)	0,167	0,086	1,924	0,054
Astringencia (ácido tánico)	-0,782	0,036	-19,420	0,000‡
n de casos válidos	114			

\*p < 0,05; †p < 0,01; ‡p < 0,001. §Asumiendo la hipótesis alternativa. †Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

tasis y el sabor dulce (asociado a sensaciones placenteras y nutritivas), para las situaciones de *hambre*, en que se utilizaría la estrategia de control homeostático con objeto de “incrementar” la ingesta de sustancias energéticas, tendríamos la inversa en el caso del sabor amargo (asociado a sensaciones aversivas o de toxicidad) en la situación de *saciedad sensorial*. Estos resultados podrían estar mostrando la mayor sensibilidad al sabor amargo, cuyo UA también desciende pero como estrategia de control homeostático sobre la saciedad al percibir el desagradable amargor con menor concentración de disolución y así “restringir” la ingesta alimentaria.

Sería necesaria la profundización en estudios posteriores tanto sobre los mecanismos neurofuncionales implicados en la sensación gustativa aversiva (31) como otro experimento psicofísico similar en el que los mismos sujetos fuesen estudiados en diferentes momentos bajo ambas condiciones de restricción/saciedad alimentaria, que pudiesen arrojar luz a la etiología de los resultados obtenidos y, por tanto, a su cautela hasta entonces.

Respecto a los otros dos sabores, el salado y el ácido, se destaca que estos resultados muestran no estar influenciados por las condiciones de restricción/saciedad dado que sus UA no son significativamente diferentes entre GM y GT para el salado ( $p = 0,150$ ) ni el ácido ( $p = 0,054$ ).

El apetito por la sal está directamente relacionado con la falta de sodio ( $\text{Na}^+$ ), concepto de *hambre específica*, por lo que no puede aplacarse con la ingestión de otros cationes como  $\text{Ca}^{2+}$  o  $\text{k}^+$ . Para el ácido, es el ligando  $\text{H}^+$  el que bloquea el canal selectivo de  $\text{k}^+$  para despolarizar la neurona, correspondiendo el grado de acidez a la concentración del pH dentro de las células gustativas (32).

Por ello, creemos que sería necesaria una restricción alimentaria más dilatada en el tiempo que la ocasionada por las condiciones experimentales de este estudio, dado que se trata de sujetos jóvenes sanos cuyos niveles de iones  $\text{Na}^+$  y  $\text{H}^+$  celulares no parecen haber sido afectados, lo que explicaría que no se den diferencias significativas entre ambos grupos.

Igual que en el caso anterior para la etiología del sabor amargo, la comprobación de estos resultados sobre el salado y el ácido vendría de estudios posteriores en los que se comparen un grupo control similar al aquí estudiado con un grupo clínico (por ejemplo, pacientes con anorexia nerviosa), cuyas edades medias fuesen similares y en los que, a través de analítica bioquímica en ambos, se pudiesen constatar las variaciones en sus UA según las condiciones de mayor o menor restricción alimentaria.

En general, no hemos encontrado evidencia bibliográfica referente con una media de edad de los sujetos similar a la nuestra en los que se hayan estimado psicofísicamente los UA bajo las condiciones de leve restricción alimentaria/saciedad para comparar nuestros datos en esta discusión.

Sobre el segundo aspecto aquí estudiado, los resultados muestran una estrecha relación entre detectar/comunicar la degustación de la astringencia cuando se tiene conocimiento previo del nombre (79,31%), mientras que, sin esa información, los resultados de su correcta identificación o reconocimiento han sido

un escaso 19,64% y la amplia mayoría restante la describieron como sabor amargo. Esto apoya lo indicado por Bosio y Cubo (11) sobre hacer la cadena comparativa análoga a dicha sensación con el concepto del que sí disponen en su repertorio cognitivo, el amargo.

## CONCLUSIONES

El aprendizaje del sabor se favorece cuando se realiza la medición psicofísica de los sentidos químicos junto a la formación de determinados conceptos teóricos sobre la percepción gustativa y denominación de sabores, al facilitar su proceso cognitivo posterior de detección-identificación.

De la misma forma, debe atenderse al proceso de homeostasis interna de los participantes previo a una estimación psicofísica del sabor, por la variabilidad en sus resultados de UA según las condiciones de hambre/saciedad anteriores a su medición.

## BIBLIOGRAFÍA

- Braidot N. Neuromanagement. Vol. 1. Buenos Aires: Ediciones Granica; 2014.
- Trespalacios JLF. Procesos psicológicos básicos: psicología general I. Madrid: Sanz y Torres; 2001.
- Duarte C, Ortega A, Trujillo L, Oliva Rodríguez A. Metodología para la formación de comisiones de evaluación sensorial en café. *Cienc Tecnol Aliment* 2008;18(2):38-43.
- Gutiérrez G, Barrera B, Mauricio O. Selección y entrenamiento de un panel en análisis sensorial de café *Coffea arabica* L. *Rev Cienc Agríc* 2015;32(2):77-87.
- Marks LE, Elgart BZ, Burger K, Chakwin EM. Human flavor perception: application of information integration theory. *Teor Model* 2007;1(2):121-32.
- Soriano C, Guillazo G, Redolar D, Torras M, Vale A. Fundamentos de neurociencia. Barcelona: UOC; 2007.
- Yantis S. Sensation and perception. New York: Worth Publishers; 2014.
- Velasco-Rodríguez R, Toro-Equihua D, Mora-Brambila AB, Olmedo Buen-Rostro BA, Delgado de la Cruz M, Cobián-Castellanos AC. Cuantificación del umbral gustativo del adulto mayor y su comparación con el joven. *Rev Cuba Invest Bioméd* 2008;27(on-line):3-4.
- Rivas Navarro M. Procesos cognitivos y aprendizaje significativo. Madrid: Comunidad de Madrid, Consejería de Educación, Viceconsejería de Organización Educativa; 2008.
- Smith EE, Kosslyn SM, Ramos MJ. Procesos cognitivos: modelos y bases neurales. Pearson Educación; 2008.
- Bosio IV, Cubo de Severino L. Patrones de ordenamiento cognitivo en el análisis sensorial de vinos (ASV). *Estud Av* 2011;1(14):193-206.
- Bufe B, Breslin PA, Kuhn C, Reed DR, Tharp CD, Slack JP, et al. The molecular basis of individual differences in phenylthiocarbamide and propylthiouracil bitterness perception. *Curr Biol* 2005;15(4):322-7.
- Lawless H. A comparison of different methods used to assess sensitivity to the taste of phenylthiocarbamide (PTC). *Chem Senses* 1980;5(3):247-56.
- Bartoshuk LM. Comparing sensory experiences across individuals: recent psychophysical advances illuminate genetic variation in taste perception. *Chem Senses* 2000;25(4):447-60.
- Reed DR, Knaapila A. Genetics of taste and smell: poisons and pleasures. En: *Progress in molecular biology and translational science*. Elsevier; 2010. pp. 213-40.
- Abbal P, Bellon V, Razungles A, Saint-Pierre B, Samson A, Schlich P. Análisis sensorial de los vinos. En: *Enología: fundamentos científicos y tecnológicos*. 2a. Madrid: Mundi Prensa; 2003. pp. 177-205.
- Langacker RW. Grammar and conceptualization. Vol. 14. Walter de Gruyter; 2010.
- Paz IO, Sacanelles RS. Control hormonal de la homeostasis energética: de la célula al cerebro. *Rev Educ Bioquímica* 2012;31(2):41-8.
- Ibáñez Benages E. Nutrientes y función cognitiva. *Nutr Hosp* 2009;2(2):3-12.

20. Zamora Navarro S, Pérez Llamas F. Importancia de la sacarosa en las funciones cognitivas: conocimiento y comportamiento. *Nutr Hosp* 2013;28:106-11.
21. Llamas-Covarrubias IM, Del Sagrario Ruiz-Solorio L, Llamas-Covarrubias MA, Rivera-León EA, Sánchez-Enríquez S. Efectos de la grelina y la obestatina en la salud y la enfermedad. *Rev Med MD* 2015;6(3):196-208.
22. Goldstein EB. *The Blackwell handbook of sensation and perception*. Chichester: John Wiley & Sons; 2008.
23. Carnero JG, De la Montaña Miguélez J, Bernárdez MM. Estudio de la percepción de sabores dulce y salado en diferentes grupos de la población. *Nutr Hosp* 2002;17(5):256-8.
24. Samaniego H, Daniela P, Pérez Guffanti AV. Establecimiento de un panel sensorial con jueces entrenados en la Universidad de las Américas (B.S. tesis). Quito: Universidad de las Américas; 2017.
25. Association WM. Declaración de Helsinki de la AMM. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos (2013). *Bioética Debat Trib Abierta Inst Borja Bioética* 2014;20(73):15-8.
26. International Organization for Standardization (ISO). ISO 3972. *Sensory analysis - Methodology - Method of investigating sensitivity of taste* (2nd ed.). Geneva: ISO; 1991.
27. Ato M. Tipología de los diseños cuasiexperimentales. En: Anguera MT, Arnau J, Ato M, Martínez-Arias R, Pascual J, Vallejo G, eds. *Métodos de investigación en psicología*. Madrid: Síntesis; 1995. pp. 245-70.
28. Ato M, López JJ, Benavente A. Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *An Psicol* 2013;29(3):1038-59.
29. Hoehl K, Schoenberger GU, Busch-Stockfisch M. Water quality and taste sensitivity for basic tastes and metallic sensation. *Food Qual Prefer* 2010;21(2):243-9.
30. Smith DV, Margolskee RF. El sentido del gusto. *Investigación y Ciencia* 2001;296:4-12.
31. Molero A. Aprendizaje aversivo gustativo: características, paradigma y mecanismos cerebrales. *An Psicol* 2007;23(1):57-64.
32. Silverthorn DU. *Fisiología Humana: un enfoque integrado*. Buenos Aires, Argentina: Ed. Médica Panamericana; 2009. pp. 343-6.



## Revisión

### Dysbiosis and metabolic endotoxemia induced by high-fat diet *Disbiosis y endotoxemia metabólica inducidas por la dieta rica en grasa*

Thalita Lin Netto Cândido<sup>1</sup>, Josefina Bressan<sup>2</sup> and Rita de Cássia Gonçalves Alfenas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Candidate for Doctoral Degree in Nutrition Science. Federal University of Viçosa. Minas Gerais, Brazil. <sup>2</sup>Department of Nutrition and Health. Federal University of Viçosa. Minas Gerais, Brazil

#### Abstract

**Introduction:** diet plays a decisive role in the prevention and treatment of diseases such as obesity, diabetes, allergies and inflammatory diseases. In addition to this, there are numerous investigations about the role of the microbiota in the genesis of metabolic diseases, especially obesity and its comorbidities.

**Objective:** the aim of this review is to discuss the influence of high-fat diets on dysbiosis and metabolic endotoxemia.

**Results and conclusion:** the intestinal microbial ecosystem has been shown to be essential in the performance of functions in the host organism, however, several factors can lead to an imbalance in the homeostasis of the microbiota, known as dysbiosis. High-fat diets are associated with a reduction in intestinal bacterial diversity, changes in membrane integrity, inducing increased permeability and increased lipopolysaccharide (LPS) translocation, changes in the immune system, and generation of low-intensity systemic inflammation. The installed endotoxemia can be considered as a causal factor of subclinical inflammation related to several chronic diseases, and as a result of this, it is essential to know the real impact of hyperlipidic diets on the intestinal microbiota. Thus, it becomes essential to identify dietary strategies that can minimize the inflammatory effects generated from changes in the intestinal microbiota.

#### Key words:

Endotoxemia.  
Intestinal microbiota.  
Lipopolysaccharides.  
Endotoxin. Dietary fat.

#### Resumen

**Introducción:** la dieta juega un papel determinante en la prevención y el tratamiento de enfermedades como la obesidad, la diabetes, las alergias y las enfermedades inflamatorias. Agregado a ello, son innumerables las investigaciones acerca del papel de la microbiota en la génesis de las enfermedades metabólicas, principalmente la obesidad y sus comorbilidades.

**Objetivo:** el objetivo de esta revisión es analizar la influencia de las dietas ricas en grasas sobre la disbiosis y la endotoxemia metabólica.

**Resultados y conclusión:** se ha demostrado que el ecosistema microbiano intestinal es esencial en el desempeño de funciones en el organismo del huésped, sin embargo, varios factores pueden conducir a un desequilibrio en la homeostasis de la microbiota, conocido como disbiosis. Las dietas ricas en grasas están asociadas a una reducción en la diversidad bacteriana intestinal, alteraciones en la integridad de la membrana que inducen un aumento de la permeabilidad y mayor translocación de lipopolisacáridos (LPS), alteraciones en el sistema inmunológico y generación de inflamación sistémica de baja intensidad. La endotoxemia instalada puede ser considerada un factor causal de la inflamación subclínica relacionada con diversas enfermedades crónicas y, en consecuencia, es imprescindible el conocimiento del impacto real de las dietas hiperlipídicas sobre la microbiota intestinal. Así, es esencial la identificación de estrategias dietéticas que puedan minimizar los efectos inflamatorios generados a partir de alteraciones en la microbiota intestinal.

#### Palabras clave:

Endotoxemia.  
Microbiota intestinal.  
Lipopolisacáridos.  
Endotoxinas. Grasa dietética.

Received: 21/01/2018 • Accepted: 03/04/2018

Cândido TLN, Bressan J, Alfenas RCG. Dysbiosis and metabolic endotoxemia induced by high-fat diet. *Nutr Hosp* 2018;35(6):1432-1440

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1792>

#### Correspondence:

Thalita Lin Netto Cândido. Department of Nutrition and Health. Federal University of Viçosa. Ed. Biological Sciences Center II University Campus, s/n. 36570.900 Viçosa, MG, Brazil  
e-mail: thalitalin@gmail.com

## INTRODUCTION

In recent years, interest in the intestinal microbiota and its interactions as the host has increased (1). In particular, investigations on the role of microbiota in health regulation and onset of diseases such as inflammatory diseases, allergies, diabetes and obesity (2). It is estimated that the human intestinal microbiota is composed of 10 to 100 trillion microorganisms and possesses about 150 times more genes than the human genome (3).

With the advancement of sequencing techniques, metagenomic analyses of 16S rRNA have demonstrated a large number of bacterial genes that inhabit the human gut (4). The predominance of Firmicutes and Bacteroidetes and restricted anaerobic genera such as *Bacteroides*, *Eubacterium*, *Clostridium*, *Ruminococcus*, *Peptococcus*, *Bifidobacterium* and *Fusobacterium* were observed in relation to facultative anaerobes such as *Lactobacillus*, *Escherichia*, *Enterobacter*, *Enterococcus*, *Klebsiella* and *Proteus*. (4,5). However, there is no accuracy in the composition of the microbiota in humans (6), being influenced by the age, genetic and environmental factors, diet and structure of the intestinal wall of the host (7).

The intestinal microbial ecosystem has been shown essential in the performance of functions such as preservation of intestinal mucosal integrity, nutrient absorption and energy homeostasis, as well as being directly linked to the immune and nervous system (8,9). It has recently been suggested that the microbiota may play a significant role in the pathogenesis of obesity and its comorbidities (8,10-13). This is partly due to an imbalance in the homeostasis of the microbiota, known as dysbiosis, which is characterized by changes in diversity, toxin production, increased permeability, and hormonal and immunological changes, culminating in *low-grade inflammatory state* (14).

Lipopolysaccharide (LPS), a constituent of intestinal bacteria, can be an important inducer of the inflammatory response (15). Detected in the intestinal lumen, under normal conditions, it does not represent human health problems. However, when there is an imbalance this can be easily transferred to the circulatory system. This can lead to high plasma levels of LPS, a condition known as metabolic endotoxemia (16). In addition, there is evidence that the type of diet consumed, especially diets rich in fats, may contribute to endotoxemia (17).

Much has been discussed about the role of diet in the regulation and composition of the intestinal microbiota (14,18,19). High-fat diets are associated with a reduction in intestinal bacterial diversity (20), changes in intestinal membrane integrity, inducing increased permeability and increased LPS translocation (21), changes in the immune system and generation of systemic inflammation (22).

Therefore, the purpose of this review is to examine papers from the scientific literature in order to discuss the mechanisms and interactions between diets rich in fats, intestinal microbiota and metabolic endotoxemia.

## METHODS

The research was performed in the Medline/PubMed and Scopus databases. The following terms were used in English: endo-

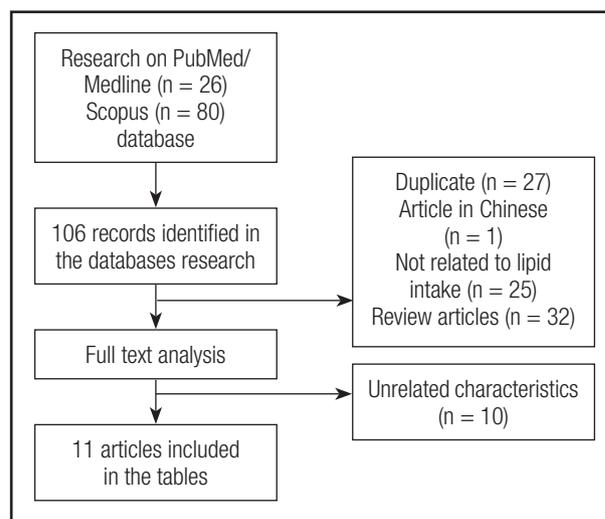
toxemia; endotoxins; lipopolysaccharides; gut microbiota and dietary fat. The literature search was conducted from January to July 2017. All articles selected and included in this article were published between 2007 and 2017. They were read and critically grouped according to their thematic and scientific relevance. From this, the sections presented in this article were created: "Dysbiosis induced by high-fat diet" and "Diet rich in lipids and metabolic endotoxemia" (Fig. 1).

## HIGH-FAT DIET-INDUCED DYSBIOSIS

Well-established scientific evidence reports that excessive intake of fats and refined carbohydrates are strongly associated with obesity and metabolic diseases. However, it is recent discoveries that may also influence the composition of the intestinal microbiota of the host (23). It is known that the human intestine has trillions of microorganisms, containing more genes than the human genome itself. These microorganisms have evolved and are capable of performing specific and unique biochemical and metabolic functions to the microbial species (3).

The role of the intestinal microbiota in the human disease health process has been gaining even more focus and attention, especially on the etiology of obesity and its comorbidities (24). It is suggested that intestinal bacteria are involved in energy homeostasis and body weight control, being able to extract calories from indigestible nutrients and produce short chain fatty acids, amino acids and vitamins (25). In addition, they participate in the regulation and expression of genes that signal metabolic pathways of absorption and storage of nutrients, such as fats, in the host (26).

The interaction microorganisms and host is under a complex interface with the gastrointestinal mucosa. Its outer layer offers conditions for colonization by bacteria and may suffer direct



**Figure 1.** Study selection process.

influence of the diet (27) since bacteria that degrade mucus are influenced by high-fat diets. Thus, it is evident that diet plays an important role in the modulation of the microbial ecosystem (28).

Studies have reported that the consumption of diets with high-fat contents may alter the composition and functionality of the intestinal microbiota in mice and humans (29-35) (Tables I and II).

**Table I. Review of studies investigating high-fat diet-induced dysbiosis in animals**

Author/ Year	Sample	Treatment/Duration	Main results
Cani et al., 2007	Male C57bl6/J mice CD14 mutant male mice bred in a C57bl6 background 12 weeks old	Control diet High-fat, carbohydrate-free diet 72% fat (oil and lard), 28% PTN and 1% CHO 2 to 4 weeks	Increased plasma LPS led to metabolic endotoxemia in high-fat fed mice diet. Diet rich in fat led to the reduction of <i>Bacteroides</i> , <i>Eubacterium rectale</i> , <i>Clostridium coccooides</i> and bifidobacteria. Plasma concentrations of LPS are a sufficient molecular mechanism to trigger metabolic diseases
Hildebrandt et al., 2009	Female RELM_KO mice and 129Svev/C57BL/6 wild-type mice 14 weeks old	Control diet (12% fat, 60% CHO, 28% PTN) High-fat diet (45% fat, 35% CHO, 20% PTN)	High-fat diet decreased Bacteroidetes, increased Firmicutes and Proteobacteria for both genotypes (obese and non-obese)
Murphy et al., 2010	ob/ob mice (leptin deficient) and C57BL/6J wild-type mice 7 weeks old	ob/ob mice: low fat diet Wild-type mice: low-fat diet and high-fat diet (45%) 8 weeks	High-fat diet has increased the Firmicutes phylum ob/ob mice presented reduction of Bacteroidetes. Changes in the microbiota were not associated with markers of energy generated by the microbiota
Daniel et al., 2014	Male C57BL/6NCRl mice	Diet with carbohydrate High-fat diet 12 weeks	High-fat diet caused great impact on the cecal microbiota of mice involving changes in bacterial composition, physiology and metabolites. High-fat diet increased body weight and changes in bacterial diversity. Diet rich in fat led to reduction of Ruminococcaceae (Firmicutes phylum) and increase in Rikenellaceae (Bacteroidetes phylum)
Hamilton et al., 2015	Male Wistar mice, 9 to 10 weeks old	Control diet (13% fat, 23% PTN) High-fat diet (45% fat, 20% PTN) 1, 3 or 6 weeks	High-fat diet increased adiposity and plasma levels of LBP at 3 and 6 weeks. After one week, there was an immediate but reversible increase in paracellular permeability, decreased IL-10 expression, and reduced abundance of genera within the Clostridia class in the ileum in mice fed a high-fat diet. High-fat diet has increased Firmicutes:Bacteroidetes ratio in both the small and large intestine. With a high-fat diet, Deferribacteres increased in the cecum. Control diet increased abundance of Cyanobacteria in the ileum
Kubeck et al., 2016	Germ free male mice and specific pathogen free male C57BL/6N 8 weeks old	Control diet (5% soybean oil, 12% fat) High-fat diet (48% fat, with palm oil and lard)	High-fat diet was associated with increased relative abundance of Bacteroidal <i>Clostridiales spp</i> and decrease of Bacteroidal. Dietary cholesterol may affect the binding between microbiota and host metabolism
Shang et al., 2017	Male C57BL/6J mice 6 weeks old	Control diet: low in fat (10%) High-fat diet (60%) for 7 weeks High-fat diet for 5 weeks followed by low fat diet for 2 weeks	Body weight, blood glucose, hepatic triglycerides were higher in the high-fat diet group, regardless of the time. Observed significant difference in diversity and functional properties between group with high-fat diet and control diet. High-fat diet reduced the ratio Bacteroidetes: Firmicutes. High-fat diet followed by diet control restored the diversity and composition of the microbiota in the cecum

Short-term dietary interventions (24 h) have been shown to rapidly change the intestinal microbiota; on the other hand, long-term dietary patterns are able to modulate the composition of the microbiota, despite the detection of resilience after induction of dietary changes (36). Factors such as age, diet time, function, and properties of the different intestinal segments may also influence microbial diversity, and when the cecum and colon mucosa are compared, the latter is more resistant to variations (25).

Theoretically, dietary fat that reaches the colon can be metabolized by bacteria; cholesterol is degraded to form the metabolite coprostanol that is excreted in the feces (37). In addition, high-

fat diets can stimulate the production of bile acids, which have antimicrobial activity and eventually select the species capable of metabolizing bile acids in the intestine (1). However, the use of fat as a source of energy for the growth of bacteria remains unclear, since fat metabolism is not performed in anaerobiosis, a condition common to most of the bacteria that inhabit the human intestine (38).

The influence of the diet rich in fat was analyzed in a study with mice fed a hyperlipid diet for three months, which showed a decrease of Bacteroidetes and increase of Firmicutes, Proteobacteria and Actinobacteria (29). Although long-term observations

**Table II.** Review of studies investigating the dysbiosis induced by a high-fat diet in humans

Author/Year	Sample	Treatment/Duration	Main results
Amar et al., 2008	Healthy men 1,015 people randomly recruited in France	Three-day food record	We found a link between food intake and plasma LPS. Experimental data suggest that fat was more efficient in transporting bacterial LPS from the intestinal lumen into the bloodstream. The results of this study add to the knowledge of mechanisms responsible for the relationships between food intake and metabolic diseases
Wu et al., 2011	Cross-sectional study in healthy adults n = 98	Food frequency questionnaire Food recall	Bacteroidetes and Actinobacteria were positively associated with fat, whereas Firmicutes and Proteobacteria showed a negative association. Enterotypes were strongly associated with long-term diets, particularly proteins and animal fat ( <i>Bacteroides</i> ) versus carbohydrates ( <i>Prevotella</i> )
Simões et al., 2013	Healthy adult twins	Cross-sectional data were evaluated in pairs of monozygotic twins of different body weight and body fat score was assessed for habitual daily intake and fecal microbiota	Co-twins with similar daily energy intake had similar numbers of <i>Bacteroides spp</i> when compared with those with different energy intake. Higher MUFA intake was associated with lower numbers of <i>Bifidobacterium</i> and slightly larger numbers of <i>Bacteroides spp</i> . Co-twins who ingested identical levels of SFA had very similar <i>Bacteroides spp</i> . Intake of n3-PUFA resulted in a significant positive association with abundance of <i>Lactobacillus</i> . Ingestion of n6-PUFA was associated with decreased numbers of <i>Bifidobacterium</i>
Lyte et al., 2016	Healthy adults (n = 20, mean age 25 ± 3.2 years)	Control diet (olive oil - 20%) High-fat diet with n-3 (fish oil) (35%) High-fat diet with n-6 (grape seed oil) (35%) Diet rich in saturated fat (coconut oil) (35%)	Serum endotoxin concentration was increased during the postprandial period after consumption of a high-saturated fat meal but decreased after the meal with n-3. The n-6 meal did not affect the postprandial endotoxin concentration in relation to the control meal. There was no postprandial effect on inflammatory biomarkers after meals. Postprandial serum triglycerides were significantly elevated after the n-6 meal compared to the n-3 meal. The non-esterified fatty acids were significantly increased after eating the meal with saturated fat compared to the other treatments

LPS: lipopolysaccharide; MUFA: monounsaturated fatty acids; PUFA: polyunsaturated fatty acids; SFA: saturated fatty acids.

concisely present changes in the microbiota, it has been shown that short-term (five weeks) interventions are also capable of modifying the microbial ecosystem of mice (25). In addition, it has been reported that the diversity and composition of the microbiota, after being altered by the high-fat diet, can be reestablished with the intake of low fat diet.

Increased phylum Firmicutes was observed in wild-type mice receiving a high fat diet, and reduction of Bacteroidetes in genetically obese (*ob/ob*) resistant leptin mice (30). Thus, the authors suggested that a hyperlipid diet rather than the obese *ob/ob* genotype exerted a greater influence on the composition of the microbiota, which was also observed in another study (29). Thus, they emphasize that the microbiota changes observed in mice fed a high fat diet were probably attributable to changes in diet.

Similarly, the provision of a high-fat diet caused a general decrease in microbiota diversity and an increase in the ratio Firmicutes:Bacteroidetes in several studies with mice (25,32,39). Based on these findings, it was suggested that the microbiota of the obese has metabolic pathways that are highly efficient in extracting energy and favoring lipogenesis. This fact was supported by a study that, when transplanting the microbiota from obese mice to germ free mice, presented higher fat gain than animals transplanted with microflora from lean mice (40).

Despite reports of high concentrations of short chain fatty acids in the stools of obese individuals, these changes were not associated with a higher proportion of Firmicutes (41). This result generated research on the characteristics of the obesogenic microbiota, since it seems unlikely that only Firmicutes:Bacteroidetes are the only ones involved in the pathogenesis of obesity (30).

In a study with pairs of monozygotic and dizygotic twins, concordant for thinness or obesity and their mothers, Turnbaugh et al. (42) demonstrated that the microbial ecosystem is shared among family members, but that each individual has a specific bacterial composition. The authors also reported that obesity is associated with changes in phylum level in the microbiota, reduction of bacterial diversity and alteration of genes and metabolic pathways. A greater abundance of Actinobacteria, added to the Firmicutes phylum is reported, suggesting that the action of other phyla in the mechanisms that involve the microbiota and obesity interaction should be investigated.

In addition, mice fed a high-fat diet showed an increase in Clostridia XIV and Enterobacteriales and a decrease in *Bifidobacterium spp* (43). Similar results were also observed in the analysis of the microbiota after ingestion of a hyperlipic diet rich in palm oil and lard (33). Both diets were associated with increased relative abundance of *Clostridiales spp* and decrease of Bacteroidal.

The reduction in gram-positive bacteria such as bifidobacteria directly and negatively affects the integrity of the intestinal membrane, since they are responsible for maintaining and improving the intestinal barrier function, preventing the passage of bacteria and toxins (15). The same function can be attributed to the bacteria *Akkermansia muciniphila*, belonging to the phylum Verrucomicrobia, associated with stimulation of the immune system with anti-inflammatory properties (44). The increase in the abundance of *Clostridiales spp* may be related to mechanisms of metabolic pathways of cholesterol and levels of bile acids (33).

Some studies have reported that the fatty acid profile is also able to modulate the composition of the intestinal microbiota and contribute to the induction of low intensity inflammation (Table III) (23,35,39,43). However, this subject requires more research and more in-depth knowledge (45).

The impact of different types of fats on the host's health, metabolism and microbiota was analyzed (23). Using mice fed a high-fat diet containing palm oil, olive oil, safflower oil and flaxseed oil/fish for 16 weeks compared to mice fed a low fat diet, it was found that mice populations fed palm had relatively lower populations of Bacteroidetes at the phylum level, compared to olive oil diet; this in turn showed an increase in the family *Bacteroidaceae*. However, mice fed flax/fish oil showed a significant increase in the concentrations of eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA) and in the intestinal abundance of *Bifidobacterium*. The findings suggest that the impact on the microbiota is due to both changes in the quantity and quality of fat ingested and that fats such as flaxseed oil positively impact the microbial ecosystem of the host.

Similarly, changes in the intestinal microbiota of humans were different according to the intake of different fatty acids, mono-unsaturated fatty acids (MUFA), omega-3 polyunsaturated fatty acids (PUFA) and omega-6 PUFA. While consumption of MUFA and omega-6 PUFA was inversely associated with an increase in the number of *Bifidobacterium*, an increase in omega-3 PUFA intake was directly associated with a higher number of bacteria in the *Lactobacillus* group (35).

In addition, in a study with middle aged (12 months) mice fed with saturated fat (lard), monounsaturated (soybean oil) and polyunsaturated (fish oil), different responses in the microbiota were observed. The group fed with fish oil showed higher relative abundance of the Proteobacteria phylum and the genus *Desulfovibrio* in the cecal and colonic contents. On the other hand, the diet based on saturated fatty acids conferred a higher Firmicutes:Bacteroidetes and more abundant presence of Verrucomicrobia and Tenericutes (46).

## HIGH-FAT DIETS IN LIPIDS AND METABOLIC ENDOTOXEMIA

Obesity, diabetes and insulin resistance are associated with a low intensity systemic inflammation caused by multiple factors and whose triggering agents are not fully elucidated. However, the intestinal microbiota has been largely associated with this scenario (8,24). This evidence was obtained from studies that demonstrated the existence of endotoxemia, the passage of bacterial lipopolysaccharide (LPS) into the bloodstream during consumption of fat-rich diets by mice (47,48). This effect has also been confirmed in human studies (17,49-51).

Naturally the microbiota is a reservoir of LPS, since it is one of the components of the outer cell wall of gram-negative bacteria, and it is possible to detect more than 1 g of LPS in the intestinal lumen. Therefore, under normal conditions LPS is not harmful to the host and appears to be involved in immune regulation, such

**Table III. Review of studies investigating the dysbiosis induced by different types of fats in animals**

Author/Year	Sample	Treatment/Duration	Main results
De La Serre et al., 2010	Male Sprague-Dawley mice showing obesity-prone (DIO-P) or obesity-resistant phenotype (DIO-R)	Low fat diet 70% CHO, 20% PTN, 10% LIP (25.1% SFA, 34.7% MUFA, 40.2% PUFA) High-fat diet 35% CHO, 20% PTN, 45% LIP (36.3% SFA, 45.3% MUFA, 18.5% PUFA) 8 to 12 weeks	High-fat diet led to reduction of total bacterial density and the proportion of Bacteroidal and Clostridial orders in both phenotypes. High-fat diet increased intestinal permeability, plasma LPS, ileal inflammation associated with TLR4 activation and decreased intestinal alkaline phosphatase, an enzyme that detoxifies LPS in DIO-P mice
De Wint et al., 2012	Male C57BL/6J mice 9 weeks old	Low fat diet made with palm oil (10% LIP) High-fat diet (45%) made with palm oil (SFA), olive oil (MUFA) and safflower oil (PUFA) 8 weeks	Rich saturated fat diet reduced the diversity of the microbiota and raised the ratio Firmicutes:Bacteroidetes. Diets with MUFA and PUFA did not present significant changes in the composition of the microbiota in relation to the low fat diet. High-fat diet with palm oil induced greater body weight gain and triglyceride content in the liver. High-fat diet with palm oil induced elevation of genes related to lipid metabolism in the distal small intestine
Mujico et al., 2013	Female (CD-1) mice 8 weeks old	Control diet High-fat diet (60%) High-fat diet supplemented with oleic acid component High-fat diet supplemented with the combination of n-3 fatty acids EPA and DHA 19 weeks	High-fat diet increased the clostridial cluster XIVa and Enterobacteriales and decreased <i>Bifidobacterium spp.</i> High-fat diet induced weight gain, which was reduced by supplementation with oleic acid component and restored the density of the microbiota. Supplementation with combination of n-3 fatty acids EPA and DHA significantly increased the amounts of Firmicutes (especially the <i>Lactobacillus</i> group). Body weight positively correlated with the Firmicutes phylum and clostridial cluster XIVa, and negatively with the phylum Bacteroidetes
Hidalgo et al., 2014	Male Webster ICR (CD-1) mice	Standard diet (3% lip) High-fat diet with refined olive oil (20%) High-fat diet with extra virgin olive oil (20%) Fat-rich diet with butter (20%) 0, 6 and 12 weeks	Different diets rich in fats have different effects on intestinal microbiota. After 6 weeks the microbiota from butter fed mice was significantly altered. Differences in diversity in all groups were more evident after 12 weeks
Marques et al., 2015	Male C57BL/6 mice 7 to 8 weeks old	Control diet Diet supplemented with conjugated linoleic acid (t10c12-CLA) (0.5%)	Linoleic acid decreased visceral fat mass, but did not reduce body weight, increased cecal concentrations of acetate, isobutyrate, and propionate. Supplementation revealed lower proportions of Firmicutes and higher proportions of Bacteroidetes, including bacteria <i>Porphyromonadaceae</i>
Kaliannan et al., 2015	Fat-1 transgenic and wild-type mice	Standard diet Diet rich in n-6 PUFA (10% corn oil) Diet rich in n-3 PUFA (5% corn oil and 5% fish oil)	Diet with n-6 exhibited elevated levels of metabolic endotoxemia and low grade inflammation. High levels of n-3 fatty acids in the tissue increase the production and secretion of intestinal alkaline phosphatase that induces changes in the microbiota. High levels of n-3 fatty acids in the tissue decrease the production of lipopolysaccharides and intestinal permeability, with reduction of metabolic endotoxemia

(Continue in the next page)

**Table III (Cont.).** Review of studies investigating the dysbiosis induced by different types of fats in animals

Author/Year	Sample	Treatment/Duration	Main results
Lam et al., 2015	Female C57BL/6J mice 6 weeks old	Control diet High-fat SFA diet (34%) Fat-rich diet n-6 PUFA (31%) Fat-rich diet n-3 PUFA (37%)	Diet rich in saturated fat and n-6 led to similar weight gain. Diet rich in saturated fat increased the HOMA-IR insulin resistance index, permeability and inflammation of the mesenteric mass. Mice supplemented with fish oil and resolvin D1 restored barrier function and reduced inflammation in the colon
Li et al., 2017	Male Sprague-Dawley mice 12 months old	High-fat diet with soybean oil High-fat diet with fish oil High-fat diet with lard 3 months	The structure of the intestinal microbiota in the fish oil group was substantially different from the soybean oil and lard. The group fed with fish oil presented higher relative abundance of the phylum Proteobacteria and the genus <i>Desulfovibrio</i> in the cecal and colonic contents. The fish oil-fed group had levels of inflammatory biomarkers in the colon, higher IL-1 $\beta$ , IL-6, IL-17, IL-18 and TNF- $\alpha$

CHO: carbohydrate; LIP: lipids; PTN: protein; MUFA: monounsaturated fatty acids; PUFA: polyunsaturated fatty acids; SFA: saturated fatty acids; LPS: lipopolysaccharide; EPA: eicosapentaenoic acid; DHA: docosahexaenoic acid; HOMA-IR: insulin resistance index; IL-1 $\beta$ : interleukin-1 $\beta$ ; IL-6: interleukin-6; IL-17: interleukin-17; IL-18: interleukin-18; TNF- $\alpha$ : tumor necrosis factor alpha.

as increased phagocytic capacity, lymphocyte proliferation and lymphokine secretion. However, in situations of dysbiosis, which can be caused by the type of diet consumed, the transfer of LPS to the circulatory system can be increased and thus generate what we call metabolic endotoxemia (15).

Diet plays an important role in the regulation of endotoxemia. This evidence is supported by the fact that an increase in plasma LPS occurs in mice fed high-energy diets, whether rich in carbohydrates or fats, for four weeks. However, the high-fat diet proved to be more efficient in favor of LPS transfer from the intestinal lumen to the bloodstream (48).

An increase in postprandial serum endotoxin concentration was observed in healthy adults on high-fat diets, especially those on a saturated fat diet, when compared to subjects who received diets high in polyunsaturated fats (51). Similarly, men who received high-lipid meals also had elevated postprandial LPS levels when compared to fasted individuals (50). A possible explanation for this fact is the ability of LPS to be incorporated into micelles, absorbed and added to chylomicrons, due to the presence of a fraction insoluble in its molecular structure (52).

In addition, there may be an increase in local pressure and loosening of junctional complexes between enterocytes, or even basement membrane rupture, due to excess chylomicrons generated from the hyperlipidic diet. After the lesion caused during fat absorption the intestinal barrier may be compromised, increasing intestinal permeability, mainly to LPS (15).

Thus, consumption of high-fat diets leads to increased intestinal permeability and reduced expression of genes encoding tight or tight junction proteins, such as claudina-1, claudina-3, occludin,

and junctional adhesion molecule 1 (53). This is due to the regulation of permeability by mast cells, through the secretion of mediators such as tumor necrosis factor  $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ), IL-1b, IL-4 and IL-13, receptor-2, favoring LPS translocation (54).

The fatty acid profile of the ingested lipid diet has been shown to be an important modulator of the microbiota, triggering endotoxemia (15). In a study with mice fed omega-6-rich meals, they exhibited conditions that characterized elevated levels of metabolic endotoxemia and low-intensity inflammation (55), while mice fed omega-3 fatty acids had decreased LPS production and permeability, with a significant reduction in metabolic endotoxemia.

In another study, it was observed that diet rich in fats (45% of lipids), when compared to control diet (13% of lipids), increased adiposity and plasma levels of lipopolysaccharide binding protein (LBP) ingestion for three and six weeks. However, with only one week of ingestion, an immediate but reversible increase in paracellular permeability and decreased expression of IL-10 was observed. In addition, a reduction of the abundance of genera within the class Clostridia in the ileum was observed (32).

Increased dietary fat content may influence phylum Actinobacteria, which may reduce the number of gram-positive *Bifidobacterium* species, considered to be beneficial. This may lead to an increase in LPS plasma concentrations, induction of low grade inflammation and maintenance of obesity (56). Likewise, inflammation can also occur with the increase of gram-negative bacteria, for example *Desulfovibrio*, capable of producing endotoxins, reduce sulfate to H<sub>2</sub>S and impair the intestinal barrier (20).

In addition, habitual intake of saturated fatty acids, derived from diets rich in fats and calories, can directly stimulate TLR4 cells.

Alternatively, there is also a higher concentration of LPS by the increase of gram-negative bacteria, which can stimulate TLR4 and induce the expression of several cytokines, resulting in a state of low intensity inflammation and insulin resistance. In addition, increasing concentrations of circulating fatty acids may further increase nitric oxide production and decrease insulin sensitivity due to impaired lipoprotein lipase (LPL) activity and increased lipolysis (4).

An issue that deserves to be highlighted is the increase in bile production caused by the ingestion of high-fat diets, which acts selectively in relation to colonization of the intestine, being important in the modulation of the microbiota and in the role that it exerts on the permeability and production of endotoxins (57).

## CONCLUSION

There is increasing scientific evidence that high-fat diets can modulate intestinal microbiota composition, enhancing LPS uptake and affecting mucosal integrity, resulting in metabolic endotoxemia. Installed endotoxemia is a causal factor of subclinical inflammation related to several chronic diseases and, as a result of this, it is essential to know the real impact of hyperlipidic diets on the microbiota.

## REFERENCES

- Alou MT, Lagier JC, Raoult D. Diet influence on the gut microbiota and dysbiosis related to nutritional disorders. *Human Microb Jour* 2016;1:3-11.
- Isolauri E, Sherman PM, Walker WA. Intestinal microbiome: functional aspects in health and disease. *Nestlé Nutr Inst Workshop Ser* 2017;88:95-105.
- Qin J, Li R, Raes J, Arumugam M, Burgdorf KS, Manichanh C, et al. A human gut microbial gene catalogue established by metagenomic sequencing. *Nature* 2010;464:59-65.
- Hemalatha R. Diet and gut microbiota in human health. *Proc Indian Natn Sci Acad* 2016;82(5):1437-47.
- Caporaso JG, Lauber CL, Costello EK, Berg-Lyons D, González A, Stombaugh J, et al. Moving pictures of the human microbiome. *Genome Biol* 2011;12:1-8.
- Phillips ML. Gut reaction: environmental effects on the human microbiota. *Environ Health Perspect* 2009;117(5):A198-A205.
- Graf D, Di Cagno R, Fak F, Flint HJ, Nyman M, Saarela M, et al. Contribution of diet to the composition of the human gut microbiota. *Microb Ecol Health Dis* 2015;26:261-4.
- Arslan N. Obesity, fatty liver disease and intestinal microbiota. *World J Gastroenterol* 2014;20(44):16452-63.
- Li D, Wang P, Wang P, Hu X, Chen F. The gut microbiota: a treasure for human health. *Biotechnol Adv* 2016;34:1210-24.
- Tagliabue A, Elli M. The role of gut microbiota in human obesity: recent findings and future perspectives. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2013;23:160-8.
- Zhao L. The gut microbiota and obesity: from correlation to causality. *Nat Rev Microbiol* 2013;11(9):639-47.
- Martínez KB, Pierre JF, Chang EB. The gut microbiota: the gateway to improved metabolism. *Gastroenterol Clin N Am* 2016;45:601-14.
- Tang WH, Kitai T, Hazen SL. Gut microbiota in cardiovascular health and disease. *Circ Res* 2017;120(7):1183-96.
- Proctor C, Thiennimitr P, Chattapakorn N, Chattapakorn SC. Diet, gut microbiota and cognition. *Metab Brain Dis* 2017;32(1):1-17.
- Moreira APB, Teixeira TFS, Peluzio MCG, Alfenas RCG. Gut microbiota and the development of obesity. *Nutr Hosp* 2012;27(5):1408-14.
- Luche E, Cousin B, Garidou L, Serino M, Waget A, Barreau C, et al. Metabolic endotoxemia directly increases the proliferation of adipocyte precursors at the onset of metabolic diseases through a CD14-dependent mechanism. *Mol Metab* 2013;2(3):281-91.
- Laugerette F, Vorsica C, Gélouën A, Chauvind MA, Soulageb C, Lambert-Porcheron S, et al. Emulsified lipids increase endotoxemia: possible role in early postprandial low-grade inflammation. *J Nutr Biochem* 2011;22:53-9.
- Singh RK, Chang HW, Yan D, Lee KM, Ucmak D, Wong K, et al. Influence of diet on the gut microbiome and implications for human health. *J Transl Med* 2017;15(73):1-17.
- Tan H, O'toole PW. Impact of diet on the human intestinal microbiota. *J Food Sci* 2015;2:71-7.
- Zhang C, Zhang M, Wang S, Han R, Cao Y, Hua W, et al. Interactions between gut microbiota, host genetics and diet relevant to development of metabolic syndromes in mice. *ISME J* 2010;4:232-41.
- Ji Y, Sakata Y, Tso P. Nutrient-induced inflammation in the intestine. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2011;14:315-21.
- Wall R, Ross RP, Fitzgerald GF, Stanton C. Fatty acids from fish: the anti-inflammatory potential of long-chain omega-3 fatty acids. *Nutr Rev* 2010;68:280-9.
- Patterson E, O'Doherty RM, Murphy EF, Wall R, O'Sullivan O, Nilaweera K, et al. Impact of dietary fatty acids on metabolic activity and host intestinal microbiota composition in C57BL/6J mice. *Br J Nutr* 2014;111:1905-17.
- Bouter KE, Van Raalte DH, Groen AK, Nieuwdorp M. Role of the gut microbiome in the pathogenesis of obesity and obesity-related metabolic dysfunction. *Gastroenterology* 2017;152:1671-8.
- Shang Y, Khafipour E, Derakhshani H, Sarna LK, Woo CW, Siow YL, et al. Short term high fat diet induces obesity-enhancing changes in mouse gut microbiota that are partially reversed by cessation of the high fat diet. *Lipids* 2017;52(6):499-511.
- Ursell LK, Haiser HJ, Treuren WV, Garg N, Reddivari L, Vanamala J, et al. The intestinal metabolome: an intersection between microbiota and host. *Gastroenterology* 2014;146:1470-6.
- Nehra V, Allen JM, Mailing LJ, Kashyap PC, Woods JA. Gut microbiota: modulation of host physiology in obesity. *Physiology* 2016;31:327-35.
- Cotillard A, Kennedy SP, Kong LC, Prifti E, Pons N, Le Chatelier E, et al. Dietary intervention impact on gut microbial gene richness. *Nature* 2013;500:585-8.
- Hildebrandt MA, Hoffmann C, Sherrill-Mix SA, Keilbaugh SA, Hamady M, Chen YY, et al. High-fat diet determines the composition of the murine gut microbiome independently of obesity. *Gastroenterology* 2009;137:1716-24.
- Murphy EF, Cotter PD, Healy S, Marques TM, O'Sullivan O, Fouhy F, et al. Composition and energy harvesting capacity of the gut microbiota: relationship to diet, obesity and time in mouse models. *Gut* 2010;59:1635-42.
- Daniel H, Gholami AM, Berry D, Desmarchelier C, Hahne H, Loh G, et al. High-fat diet alters gut microbiota physiology in mice. *ISME J* 2014;8:295-08.
- Hamilton MK, Boudry G, Lemay DG, Raybould HE. Changes in intestinal barrier function and gut microbiota in high-fat diet-fed rats are dynamic and region dependent. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* 2015;308:G840-G851.
- Kübeck R, Bonet-Ripoll C, Hoffmann C, Walker A, Müller VM, Schüppel VL, et al. Dietary fat and gut microbiota interactions determine diet-induced obesity in mice. *Mol Metab* 2016;5:1162-74.
- Wu GD, Chen J, Hoffmann C, Bittinger K, Chen YY, Keilbaugh SA, et al. Linking Long-term dietary patterns with gut microbial enterotypes. *Science* 2011;334(6052):105-8.
- Simões CD, Maukonen J, Kaprio J, Rissanen A, Pietiläinen KH, Saarela M. Habitual dietary intake is associated with stool microbiota composition in monozygotic twins. *J Nutr* 2013;143:417-23.
- Portune KJ, Benítez-Páez A, Del Pulgar EMG, Cerrudo V, Sanz Y. Gut microbiota, diet, and obesity-related disorders - The good, the bad, and the future challenges. *Mol Nutr Food Res* 2017;61(1):1-17.
- Gerard P. Metabolism of cholesterol and bile acids by the gut microbiota. *Pathogens* 2014;3(1):14-24.
- Blaut M, Klaus S. Intestinal microbiota and obesity. *Handb Exp Pharmacol* 2012;209:251-73.
- De Wit N, Derrien M, Bosch-Vermeulen H, Oosterink E, Keshtkar S, Duval C, et al. Saturated fat stimulates obesity and hepatic steatosis and affects gut microbiota composition by an enhanced overflow of dietary fat to the distal intestine. *AJP Gastrointest Liver Physiol* 2012;303:G589-G599.
- Turnbaugh PJ, Backhed F, Fulton L, Gordon JL. Marked alterations in the distal gut microbiome linked to diet induced obesity. *Cell Host Microbe* 2008;3:213-23.
- Schwartz A, Taras D, Schäfer K, Beijer S, Bos NA, Donus C, et al. Microbiota and SCFA in lean and overweight healthy subjects. *Obesity* 2010;18(1):190-5.
- Turnbaugh PJ, Hamady M, Yatsunenko T, Cantarel BL, Duncan A, Ley RE, et al. A core gut microbiome in obese and lean twins. *Nature* 2009;457:481-5.
- Mujico JR, Baccan GC, Gheorghie A, Diaz LE, Marcos A. Changes in gut microbiota due to supplemented fatty acids in diet-induced obese mice. *Br J Nutr* 2013;110:711-20.

44. Everard A, Belzer C, Geurts L, Ouwerkerk JP, Druart C, Bindels LB, et al. Cross-talk between *Akkermansia muciniphila* and intestinal epithelium controls diet-induced obesity. *Proc Natl Acad Sci* 2013;110(22):9066-71.
45. Kashtanova D, Popenko AS, Tkacheva ON, Tyakht AB, Alexeev DG, Boytsov AS. Association between the gut microbiota and diet: fetal life, early childhood, and further life. *Nutrition* 2016;32:620-7.
46. Li H, Zhu Y, Zhao F, Song S, Li Y, Xu X, et al. Fish oil, lard and soybean oil differentially shape gut microbiota of middle-aged rats. *Nature* 2017;7(826):1-12.
47. Cani PD, Neyrinck AM, Fava F, Knauf C, Burcelin RG, Tuohy KM, et al. Selective increases of bifidobacteria in gut microflora improve high-fat-diet-induced diabetes in mice through a mechanism associated with endotoxaemia. *Diabetologia* 2007;50:2374-83.
48. Flint HJ, Scott KP, Louis P, Duncan SH. The role of the gut microbiota in nutrition and health. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* 2012;9(10):577-89.
49. Amar J, Burcelin R, Ruidavets JB, Cani PD, Fauvel J, Alessi MC, et al. Energy intake is associated with endotoxemia in apparently healthy men. *Am J Clin Nutr* 2008;87:1219-23.
50. Erridge C, Attina T, Spickett CM, Webb DJ. A high-fat meal induces low-grade endotoxemia: evidence of a novel mechanism of postprandial inflammation. *Am J Clin Nutr* 2007;86:1286-92.
51. Lyte JM, Gabler NK, Hollis JH. Postprandial serum endotoxin in healthy humans is modulated by dietary fat in a randomized, controlled, cross-over study. *Lipids Health Dis* 2016;15(186):1-10.
52. Ghoshal S, Witta J, Zhong J, Villiers W, Eckhardt E. Chylomicrons promote intestinal absorption of lipopolysaccharides. *J Lipid Res* 2009;50:90-7.
53. Cani PD, Bibiloni R, Knauf C, Waget A, Neyrinck AM, Delzenne NM, et al. Changes in gut microbiota control metabolic endotoxemia-induced inflammation in high-fat diet-induced obesity and diabetes in mice. *Diabetes* 2008;57:1470-81.
54. De La Serre CB, Ellis CL, Lee J, Hartman AL, Rutledge JC, Raybould HE. Propensity to high-fat diet-induced obesity in rats is associated with changes in the gut microbiota and gut inflammation. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* 2010;299:G440-G8.
55. Kaliannan K, Wang B, Li XY, Kim KJ, Kang JX. A host-microbiome interaction mediates the opposing effects of omega-6 and omega-3 fatty acids on metabolic endotoxemia. *Sci Rep* 2015;5(11276):1-17.
56. Cani PD, Delzenne NM. The gut microbiome as therapeutic target. *Pharmacol Ther* 2011;130:202-12.
57. Suzuki T, Hara H. Dietary fat and bile juice, but not obesity, are responsible for the increase in small intestinal permeability induced through the suppression of tight junction protein expression in LETO and OLETF rats. *Nutr Metab* 2010;12:7-19.



## Revisión

### ¿Cómo mejorar la hidratación y la ingesta hídrica en las personas mayores institucionalizadas? Una revisión de la literatura científica

*How to improve hydration and fluid intake in institutionalized older people? A scientific literature review*

Olga Masot<sup>1,4</sup>, Alba Iglesias Millán<sup>2</sup>, Carmen Nuin<sup>1,4</sup>, Jèssica Miranda<sup>3,4</sup>, Ana Lavedán<sup>1,4</sup> y Teresa Botigué<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Enfermería y Fisioterapia. Universidad de Lleida. Lleida. <sup>2</sup>Hospital Universitario Arnau de Vilanova. Lleida. <sup>3</sup>Residencia y Centro de Día para Gente Mayor Lleida-Balafia. GSS. Lleida. <sup>4</sup>Grupo de Investigación en Cuidados en Salud (GRECS). Instituto de Investigación Biomédica de Lleida. Lleida

### Resumen

**Introducción:** los residentes son vulnerables a sufrir deshidratación por los cambios fisiológicos y las limitaciones físicas y cognitivas que padecen.

**Objetivo:** para manejar esta situación, se ha decidido evaluar las intervenciones que se llevan a cabo para el manejo de la deshidratación y la baja ingesta hídrica en las personas mayores institucionalizadas en residencias geriátricas.

**Métodos:** se realizó una revisión de la literatura científica siguiendo la metodología PRISMA mediante búsquedas sistemáticas en las bases de datos PubMed, Scopus, CINAHL y otras fuentes. De un total de 3.379 artículos extraídos, se seleccionaron once estudios para su análisis. Además, se avaluó su calidad a través de Cochrane y la Newcastle-Ottawa Scale.

**Resultados:** el riesgo de sesgo de los estudios fue medio en su mayoría. En cuanto a los resultados, las intervenciones se clasificaron según fuesen invasivas o no invasivas. Las intervenciones invasivas fueron la sueroterapia intravenosa y/o subcutánea y su efectividad estuvo relacionada con la mejora clínica de la deshidratación. No obstante, aparecieron reacciones locales. Las no invasivas se centraron en la asistencia individualizada, la estimulación para beber más y tener en cuenta las preferencias de cada residente, produciendo un aumento de la ingesta y una mejora en los parámetros analíticos.

**Conclusiones:** dadas las peculiaridades de la población mayor institucionalizada, ambos tipos de intervención han demostrado tener un efecto positivo en la mejora de la hidratación. No obstante, las intervenciones no invasivas han confirmado ser más eficientes dada su sencillez de aplicación y provocar menos efectos adversos.

#### Palabras clave:

Deshidratación.  
Ingesta hídrica.  
Intervención. Anciano.  
Residencias.

### Abstract

**Background:** residents are vulnerable to suffer of dehydration due to physiological changes and the physical and cognitive limitations.

**Aim:** to handle this situation, it has been decided to evaluate the interventions which are carried out for the management of dehydration and low fluid intake in older people living in nursing homes.

**Methods:** the revised scientific literature review methodology of PRISMA was applied. An electronic database search was performed in PubMed, Scopus, CINAHL and other sources databases. The literature search was carried out between October 2016 and January 2017. Out of a total of 3,379 articles extracted, eleven studies were selected for analysis. In addition, their quality was assessed through Cochrane and the Newcastle-Ottawa Scale.

**Results:** the risk of bias in the studies was mostly medium. Regarding the results, the interventions were classified according to whether they were invasive or non-invasive. Invasive interventions were intravenous and/or subcutaneous fluid therapy. Their effectiveness was related to the clinical improvement of dehydration. However, local reactions appeared. Non-invasive interventions focused on the individualized assistance, the stimulation to drink more and the consideration of the preferences of each resident, producing an increase in fluid intake and an improvement in analytical parameters.

**Conclusions:** given the peculiarities of the institutionalized elderly population, both types of intervention have been shown to have a positive effect on improving hydration. Nonetheless, non-invasive interventions have confirmed to be more efficient given their simplicity of application and cause fewer adverse effects.

#### Key words:

Dehydration. Fluid intake. Intervention. Aged. Nursing homes.

Recibido: 10/03/2018 • Aceptado: 15/05/2018

*Declaraciones de autoría:* Todos los autores contribuyeron a la concepción y diseño del estudio, adquisición de datos, análisis e interpretación de datos, redacción del borrador del artículo y de la revisión crítica de su contenido intelectual y participaron en la aprobación definitiva de la versión presentada.

*Financiación:* El presente trabajo ha sido financiado por la "Ayuda puente para proyectos de investigación. Año 2017" de la Universidad de Lleida. La entidad patrocinadora ha dispuesto financiación para la publicación del trabajo.

Masot O, Iglesias Millán A, Nuin C, Miranda J, Lavedán A, Botigué T. ¿Cómo mejorar la hidratación y la ingesta hídrica en las personas mayores institucionalizadas? Una revisión de la literatura científica. *Nutr Hosp* 2018;35(6):1441-1449

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1885>

#### Correspondencia:

Ana Lavedán. Departamento de Enfermería y Fisioterapia. Universidad de Lleida. C/ Montserrat Roig, 2. 25198 Lleida  
e-mail: [ana.lavedan@dif.udl.cat](mailto:ana.lavedan@dif.udl.cat)

## INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas, se ha producido un incremento del envejecimiento poblacional que ha provocado uno de los cambios sociales más significativos en los países desarrollados. En España, la población mayor de 65 años durante 2016 representó el 18,2% del total de la población y existe la posibilidad de llegar al 20,3% en el año 2021 (1,2). Este envejecimiento tiene consecuencias para la sociedad en su conjunto, ya que las necesidades sanitarias y sociales aumentan con la edad, de manera que si no se da una respuesta adecuada, aumenta el riesgo de institucionalización (3). En este sentido, preservar la calidad de vida de las personas mayores institucionalizadas constituye todo un reto, ya que son vulnerables a la aparición de complicaciones como es la deshidratación (4).

Mantener una hidratación oral adecuada en las personas mayores que viven en residencias es un desafío constante (4), que se complica aún más por los cambios fisiológicos que acompañan al envejecimiento al disminuir la sensación de sed y la capacidad del organismo para mantener el balance hídrico (5). Asimismo, numerosos estudios han señalado que su ingesta hídrica (IH) está muy por debajo del requerimiento diario recomendado (6,7), observándose que es inadecuada en el 50-92% de las personas institucionalizadas (8).

Además, existen diversos factores que pueden contribuir a una insuficiente IH. Concretamente, Gaspar (9) examinó la ingesta de agua a partir de los alimentos y líquidos y mostró que la baja IH se asociaba a la edad, un estado funcional limitado, necesitar ayuda para comer y tener problemas del habla. De hecho, también se ha observado que el deterioro cognitivo y la incontinencia son factores asociados a la misma (4,7). Como consecuencia, cuando las personas mayores no consumen una cantidad adecuada de líquidos, son más susceptibles de padecer infección del tracto urinario, neumonía, úlceras por presión, hipotensión, confusión y desorientación. Asimismo, se producen desequilibrios electro-líticos como la hipernatremia, la hiponatremia y la hiperpotasemia, provocando una mayor demanda y gasto sanitario (10-12) y pudiendo alcanzar tasas de mortalidad superiores al 50% (13).

Por lo tanto, dada la elevada incidencia de deshidratación y baja IH, así como las consecuencias que todo ello conlleva, se consideró necesario conocer cómo mejorar la hidratación de las personas mayores institucionalizadas. Por esta razón, el objetivo de esta revisión fue evaluar las intervenciones que se llevan a cabo para el manejo de la deshidratación y la baja IH en las personas mayores que viven en residencias.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrolló la técnica de revisión de la literatura científica, que consiste en hacer un "mapeo" de la literatura y de la evidencia científica, con el objetivo de exponer los resultados de investigaciones existentes sobre un tema específico (14). El modelo metodológico utilizado ha sido el de PRISMA (15).

## CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD

La pregunta de investigación diseñada para abordar el problema y construir las estrategias de búsqueda fue: ¿qué intervenciones se llevan a cabo para el manejo de la deshidratación y la baja IH en las personas mayores de 65 años institucionalizadas en residencias? Los criterios para la inclusión de los artículos fueron estudios de intervención para mejorar la hidratación o la IH o de carácter observacional en personas mayores institucionalizadas en residencias. Por otra parte, los realizados en otros niveles asistenciales fueron excluidos. Asimismo, no se establecieron límites en el idioma o la fecha de publicación, por las pocas investigaciones realizadas en esta área.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

Las bases de datos bibliográficas consultadas fueron PubMed, Scopus y CINAHL, además de realizar una búsqueda secundaria a través de las referencias incluidas en los artículos. El proceso para la identificación de los estudios se realizó hasta marzo de 2018.

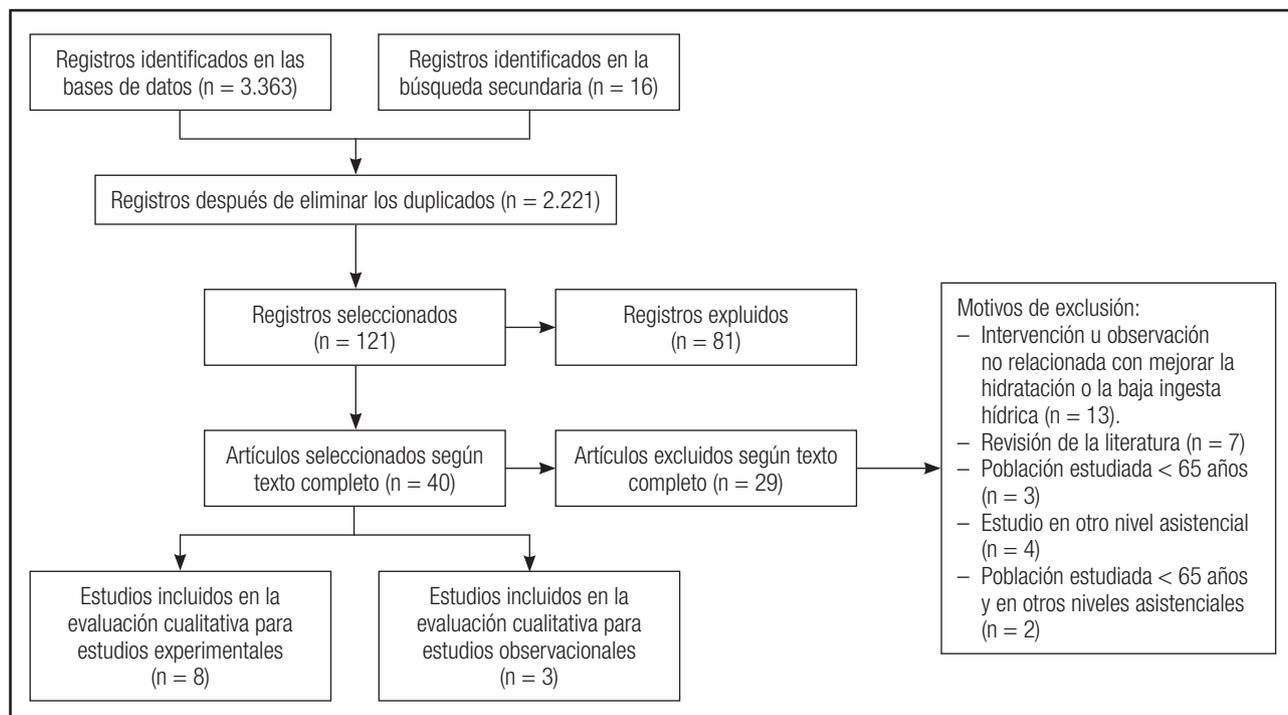
## BÚSQUEDA Y SELECCIÓN DE LOS ESTUDIOS

Los términos utilizados para crear las estrategias de búsqueda variaron ligeramente entre las bases de datos, incluyendo en todas ellas los siguientes conceptos: "*dehydration*" and "*hydration*", "*fluid intake*", "*hypernatremia*", "*water loss*", "*thirst*", "*drink\**", "*fluid therapy*", "*rehydration solutions*", "*promoting fluid intake*", "*\*thickened*", "*beverages*", "*aged*", "*nursing home*" y "*long-term care*". Se extrajeron 3.358 artículos de las bases de datos y 16 de la revisión de las referencias de los artículos finalmente incluidos.

La selección de los estudios se realizó con base en los criterios de inclusión. En primer lugar, los resultados de las búsquedas fueron importados a Mendeley (<https://www.mendeley.com>) para realizar el chequeo de duplicidad, con lo que fueron eliminados 1.158. En segundo lugar, se procedió a la discriminación de los estudios mediante la lectura transversal de los títulos y resúmenes. De estos, 2.100 fueron descartados y fueron 121 los artículos potencialmente elegibles. Posteriormente, se analizó la relevancia de cada uno de los resúmenes, eliminando en este proceso 81. Finalmente, se examinó el texto completo de los 40 artículos restantes y fueron elegidos once para su análisis (Fig. 1).

## PROCESO DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Se realizó un análisis de los once artículos finalmente elegidos. Todo el proceso de selección y análisis lo realizaron dos investigadoras de manera independiente (OM y AI) y en caso de ambigüedad o incertidumbre, la decisión final se tomó por consenso en reuniones en las que participaron todas las investigadoras.



**Figura 1.**  
Diagrama de flujo PRISMA.

### Ítems de los datos

Se analizó la información relativa a: autor/es, año de publicación, país, diseño, población y duración del estudio, intervención u observación y resultados. Por otra parte, los resultados de las intervenciones fueron clasificados según su naturaleza, ya fuesen invasivas o no invasivas.

### RIGOR CIENTÍFICO

Aunque en las revisiones de la literatura no sea una prioridad el análisis de la calidad de los artículos incluidos en su análisis final (14), se ha examinado el riesgo de sesgo a través del manual Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions (16) para estudios de intervención (Fig. 2) y de la Newcastle-Ottawa Scale (17) para los observacionales (Tabla I).

### RESULTADOS

Las intervenciones analizadas se han clasificado según fueran invasivas y no invasivas; seis de ellas fueron multicomponente, es decir, basadas en más de una intervención. A continuación, se detallan las características y los resultados de los estudios seleccionados (Tabla II).

	Generación de secuencia aleatoria (sesgo de selección)	Ocultamiento de la asignación (sesgo de selección)	Cegamiento de participantes y personal (sesgo de desempeño)	Cegamiento de la evaluación de resultados (sesgo de detección) (resultados informados por el paciente)	Datos de resultados incompletos (sesgo de desgaste) (a corto plazo [2-6 semanas])	Datos de resultados incompletos (sesgo de desgaste) (a largo plazo [> 6 semanas])	Reporte selectivo (sesgo de reporte)
Schnelle (2010) (18)	+	+	+	?	+	?	+
Simmons (2001) (6)	+	?	+	+	+	+	+
Robinson y Roshier (2002) (21)	+	?	+	+	?	?	+
Culp (2003) (20)	+	?	+	+	+	+	+
Welch (1996) (23)	+	+	+	+	+	+	+
Mentes y Culp (2003) (8)	+	+	+	+	+	+	+
Spangler (1984) (19)	?	?	+	?	?	+	+
Dunne (2004) (22)	+	+	+	?	+	+	?

● Alto riesgo de sesgo; ● Riesgo de sesgo poco claro; ● Bajo riesgo de sesgo

**Figura 2.**  
Resumen del riesgo de sesgo de los estudios de intervención (Cochrane).

### INTERVENCIONES NO INVASIVAS

En relación a los estudios con intervenciones no invasivas multi-componente, Schnelle y cols. (18) incluyeron una mayor asistencia al baño, cambio de la ropa húmeda y ofrecimiento de una variedad

Tabla I. Riesgo de sesgo de los estudios observacionales transversales y de cohortes

	Sesgo de selección				Sesgo de comparabilidad	Sesgo de resultado				Total	
	Representatividad	Determinación de la exposición	Tasa de no respuesta	Selección cohorte no expuesta		Resultado de interés no presente al inicio	Evaluación de los resultados	Prueba estadística	Tiempo de seguimiento		Adecuación del seguimiento de la cohorte
Arinzon et al. (2004) (24)	1	2	0	n/a	n/a	1	2	1	n/a	n/a	7
Hussain y Warshaw (1996) (25)	1	2	0	n/a	n/a	1	2	1	n/a	n/a	7
Dasgupta et al. (2000) (26)	1	1	n/a	0	0	1	1	n/a	0	1	5

0: alto riesgo de sesgo; 1 o 2: bajo riesgo de sesgo; n/a: no aplicable.

de aperitivos y bebidas entre las comidas. En el grupo intervención (GI) se constató una ganancia neta en la IH diaria total (399,24 ml/día; DE: 186,31). Asimismo, aumentaron tanto el control de la incontinencia urinaria como algunos aspectos relacionados con la defecación, como la disminución de la presión anal o el aumento de los movimientos intestinales. Simmons y cols. (6) facilitaron la asistencia al baño combinándolo con estímulos verbales entre las comidas distribuidos en tres fases: a) en las primeras 16 semanas los estímulos verbales se realizaron cuatro veces al día; b) en las siguientes ocho semanas se realizaron ocho veces; y c) en las últimas ocho semanas se aplicó la fase 2, más ofrecer bebidas según las preferencias de los residentes. Como resultado, obtuvieron un aumento de la IH entre las comidas: en la fase uno, 476,13 ml (DE: 295,73), y en la dos, 632,87 ml (DE: 375,78). En la fase tres, la media de la IH diaria aumentó significativamente respecto a la fase dos ( $p < 0,001$ ). Los residentes con deterioro cognitivo y/o con incontinencia urinaria también aumentaron su ingesta. Además, el GI obtuvo valores significativamente más bajos de BUN/Cr y osmolaridad que el grupo control (GC) ( $p < 0,041$ ). Por otra parte, en un estudio similar previo, Spangler y cols. (19) diseñaron un programa multicomponente en el cual se acudía a las habitaciones cada hora y media con un carro y se ofrecía una variedad de bebidas y asistencia al baño. Con ello consiguieron aumentar la IH y un mayor control de la incontinencia fecal y urinaria. Al finalizar su estudio, ningún residente presentó signos de deshidratación.

En otro estudio multicomponente realizado por Mentis y Culp (8) se ofrecieron más bebidas entre las comidas y se administraron 180 ml con los medicamentos. Dado que el GC y GI no fueron homogéneos al inicio, no se produjeron diferencias significativas en relación a la gravedad específica, el color de la orina o la IH ingerida. Tampoco se apreciaron diferencias en la disminución de los efectos relacionados con la deshidratación. Por otro lado, los mismos autores realizaron otro estudio en el que solo se ofrecieron más bebidas entre las comidas (20), con lo que mejoró la ingesta del GI y el color de la orina fue más claro que en el GC ( $p = 0,01$ ). No obstante, en la semana 4 no hubo diferencia estadísticamente significativa en la IH entre ambos grupos.

Otros estudios tuvieron en cuenta la influencia del color de los recipientes en la IH. Robinson y Rosher (21) combinaron el ofrecimiento de bebidas variadas en recipientes coloridos de alto contraste con una atención individualizada, consiguiendo un aumento del número de deposiciones y de los movimientos intestinales y una disminución en el consumo de laxantes. Además, midieron el líquido extracelular a través del análisis de la impedancia bioeléctrica, corroborando su aumento y, por consiguiente, la mejora del estado de hidratación de los residentes. En relación al coste económico, el promedio de ahorro en el manejo de las consecuencias de la deshidratación fue de \$103 por residente y semana. Dunne y cols. (22) llevaron a cabo dos estudios cuasi-experimentales donde se analizaba el efecto que producía el uso de diferentes colores de vajilla en la IH. Los resultados fueron similares en ambos estudios. Utilizando colores de tono alto, los residentes consiguieron un aumento medio del 24,6% en el consumo de alimentos ( $p < 0,001$ ) y del 83,7% en los líquidos ( $p < 0,001$ ).

**Tabla II.** Descripción de las características y resultados de los estudios seleccionados

Autores y año de publicación	País	Diseño del estudio	Población y duración del estudio	Intervención/observación	Resultados
Schnelle (2010) (18)	Estados Unidos	Ensayo aleatorio controlado	6 r n = 112 GC = 54 GI = 58 di: 12 s	GI: programa multicomponente	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ ↑ IH y el control de la incontinencia urinaria. Mejoraron aspectos de la defecación</li> <li>- No mejoró el control de la incontinencia fecal</li> </ul>
Simmons (2001) (6)	Estados Unidos	Ensayo aleatorio controlado	2 r n = 63 GC = 15 GI = 48 di: 32 s	GI: programa multicomponente	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ ↑ IH entre las comidas, en los residentes con deterioro cognitivo y con incontinencia urinaria. Mejoraron los valores analíticos de deshidratación</li> <li>- No existieron otras diferencias en el estado de salud</li> </ul>
Robinson y Roshier (2002) (21)	Estados Unidos	Cuasi-experimental	n = 51 di: 9 s	Programa multicomponente	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ ↑ agua corporal total, mejoraron aspectos de la defecación, ↓ las caídas y los costes de deshidratación</li> <li>- La mitad no alcanzaron el objetivo de IH</li> </ul>
Culp (2003) (20)	Estados Unidos	Cuasi-experimental	7 r n = 98 GC = 45 GI = 53 di: 4 s	GI: proporcionar más bebidas entre comidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Mejoraron los niveles de leucocitos en sangre, de gravedad específica en orina y su color; ↑ líquido extracelular</li> <li>- No diferencias entre el agua corporal total, el deterioro cognitivo y la confusión aguda</li> </ul>
Arinzon (2004) (24)	Israel	Observacional (retrospectivo)	3 r n = 57 di: 9 meses	Observar los resultados después de la hipodermoclistis	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Mejoraron la clínica de deshidratación, el estado cognitivo, la IH oral y los parámetros analíticos</li> <li>- Complicaciones locales leves</li> </ul>
Welch (1996) (23)	Estados Unidos	Cuasi-experimental, estudio piloto	n = 13 di: 5 días	Solución de rehidratación oral	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ ↑ IH. Mejoraron los parámetros analíticos y no perdieron peso</li> </ul>
Hussain y Warshaw (1996) (25)	Estados Unidos	Observacional (retrospectivo)	2 r n = 36 di: 2 años	Observar los resultados después de la hipodermoclistis	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ La mayoría volvió a la situación clínica y funcional basal</li> <li>- No cambios en BUN/Cr ni en Na+. Complicaciones locales</li> </ul>
Mentes y Culp (2003) (8)	Estados Unidos	Cuasi-experimental	4 r n = 49 GC = 25 GI = 24 di: 8 s	GI: Programa multicomponente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resultados no significativos: ↓ gravedad específica y el color de la orina fue más claro en el GI. No ↑ IH y algunos no alcanzaron la IH calculada. No mejoraron los episodios agudos</li> </ul>
Dasgupta (2000) (26)	Canadá	Observacional (prospectivo)	n = 55 di: 5 s	Comparar la hidratación mediante vía subcutánea o intravenosa	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Ambos provocaron una mejora clínica. En la hipodermoclistis hubo menos efectos adversos</li> <li>- No hubo cambios en los parámetros analíticos. No hubo diferencias en el nº de veces que se cambiaron los catéteres ni en la sobrecarga de fluido</li> </ul>

(Continúa en la página siguiente)

Tabla II (Cont.). Descripción de las características y resultados de los estudios seleccionados

Autores y año de publicación	País	Diseño del estudio	Población y duración del estudio	Intervención/observación	Resultados
Spangler (1984) (19)	Estados Unidos	Cuasi-experimental	n = 30 d: 50 días	Programa multicomponente	+ ↑ IH, mejoró el control de la incontinencia fecal y urinaria, ↓ humedad en el pañal. Tras la intervención, ninguno presentó deshidratación
Dunne (2004) (22)	Estados Unidos	Cuasi-experimental	Estudio 1: n = 9; d: 30 días Estudio 2: n = 9; d: 70 días	Utilizar diferentes colores de vajilla	+ El 84% ↑ su IH durante el período en el que se utilizaron colores de tono alto - Las intervenciones con rojo, azul y blanco de bajo contraste no fueron eficaces para ↑ la IH

r: residencias; n: número de población participante; GC: grupo control (aplican cuidados habituales); GI: grupo intervención; d: duración; s: semanas; BUN: nitrógeno ureico en sangre; Cr: creatinina; Na<sup>+</sup>: sodio.

En referencia a las intervenciones con suplementos orales, Welch y cols. (23) administraron una solución de rehidratación oral diaria aumentando la IH en 94 ml. Asimismo, los valores medios de laboratorio disminuyeron (Na<sup>+</sup>, BUN, Cr y osmolaridad sérica) y los niveles de hemoglobina y hematocrito aumentaron.

## INTERVENCIONES INVASIVAS

En relación a las intervenciones invasivas basadas en la hipodermocclisis, Arinzon y cols. (24) observaron los efectos de este tratamiento, pautado en la mayoría de los casos por deshidratación (64%) o enfermedad febril (21%). El promedio del volumen diario administrado fue de 1.161 ml/día (DE: 197,4). Entre los resultados positivos, cabe destacar que ningún participante desarrolló signos de sobrecarga de líquidos y se apreció una mejora funcional significativa después del tratamiento ( $p = 0,011$ ), debido a la recuperación de la ingesta oral, así como una mejora en el deterioro cognitivo ( $p < 0,05$ ). Referente a los parámetros sanguíneos, los principales elementos indicativos de deshidratación mejoraron (urea  $p < 0,001$ , Cr  $p < 0,001$ , y Na<sup>+</sup>  $p = 0,05$ ), aunque se produjeron complicaciones locales leves en el 12% de residentes.

En el estudio de Hussain y Warshaw (25), la hipodermocclisis fue prescrita en su mayoría como consecuencia de procesos infecciosos (71%), observándose que la gran mayoría volvió a su situación basal previa. Cabe señalar que no se produjeron cambios estadísticamente significativos en la concentración de BUN/Cr ni de Na<sup>+</sup> y que la zona de punción se cambió en el 42% de los casos.

Finalmente, Dasgupta y cols. (26) compararon el efecto de la hidratación según fuese vía intravenosa o subcutánea. Por vía intravenosa, se administraron líquidos en los casos de deshidratación por un proceso agudo, mientras que la hipodermocclisis se administró en la deshidratación secundaria a procesos crónicos. Ambos tratamientos provocaron una mejora clínica sin diferencias significativas entre ellos. Tampoco existieron diferencias en los parámetros sanguíneos, en el número de veces que se cambiaron los catéteres ni en la sobrecarga de líquido. No obstante, sí que demostraron que la hipodermocclisis provocaba menos complicaciones (hinchazón, enrojecimiento u obstrucción) que la terapia intravenosa ( $p = 0,02$ ), por lo que los autores recomendaron que la terapia invasiva de elección ante una baja IH fuese la vía subcutánea.

## DISCUSIÓN

En esta revisión se incluyeron once artículos, de los cuales ocho fueron estudios experimentales y tres, observacionales. Las intervenciones se clasificaron según fueran no invasivas o invasivas.

## INTERVENCIONES NO INVASIVAS

Las intervenciones no invasivas corresponden a aquellos procedimientos que no agreden química o mecánicamente al cuerpo.

Para garantizar la hidratación de las personas de edad avanzada, la técnica más simple es consumir la cantidad necesaria de líquidos. Pero, ¿cuánto debería beber este colectivo? La IH recomendada puede variar de los 1.500 hasta los 2.500 ml (27), dependiendo del peso corporal (28) y del estado de salud (29). Teniendo en cuenta estas características, tres estudios analizados en la revisión calcularon la IH necesaria para cada residente a través de dos fórmulas distintas (8,20,23). En primer lugar, Welch y cols. (23) utilizaron el estándar de 30 ml/kg/día. Sin embargo, este estándar podría no ser útil en personas delgadas u obesas y en personas mayores frágiles (30). En cambio, la fórmula de Skipper (28), utilizada en los otros dos estudios (8,20), es considerada más efectiva para la gente mayor, ya que garantiza el consumo de al menos 1.500 ml, tengan un peso bajo o alto (31). El cálculo de este estándar consiste en sumar 100 ml/kg para los primeros 10 kg de peso, 50 ml/kg para los siguientes 10 kg y 15 ml/kg para los kg restantes, lo que permite ajustarse a los extremos en el peso corporal.

No obstante, en ocasiones, ingerir tal cantidad de líquidos representa un dilema importante, dadas las peculiaridades de las personas mayores institucionalizadas. Por ello, se hace necesario realizar intervenciones con la finalidad de garantizar estos estándares. Entre las más diligentes, y al mismo tiempo de bajo coste, están el ofrecimiento de bebidas entre las comidas y la estimulación de los residentes para que beban más. Estas conllevan un incremento de la IH de hasta el 81% (6,8,18-20). En este sentido, Godfrey y cols. (32) proponen que, para solventar los problemas de accesibilidad y de pérdida de memoria de los residentes, los profesionales y familiares deben insistir para que beban más, ya que cuando los residentes ingieren la misma cantidad distribuida a lo largo del día, realizan un esfuerzo físico y psicológico menor (33).

Además, ofrecer al residente una variedad de bebidas según sus preferencias también resulta efectivo para aumentar la IH (6,18,19). Tales resultados concuerdan con otros autores, los cuales afirman que el sabor influye en la motivación del residente para beber (13) y que ingerir lo que les gusta les evoca gratos recuerdos, aumentando sus ganas de beber (32).

En este sentido, la Sociedad Española de Geriátrica y Gerontología (34) expone que el agua mineral natural es la opción más recomendable para mantener una correcta hidratación en las personas mayores. Igualmente, propone combinarla con alternativas que pueden ser más apetecibles como leche, zumos naturales, infusiones, caldos y sopas, entre otros. No obstante, y de acuerdo con los estudios analizados en esta revisión (6,18,19,21), la importancia no solo recae en el tipo de bebida consumida, sino en aspectos como la estimulación, la variabilidad, las preferencias de cada residente y la accesibilidad a ellas, que en su conjunto aumentarán la ingesta hídrica.

Por otro lado, la utilización de vasos de colores intensos en vez de vasos de bajo contraste también produce un aumento de la IH (21,22). Así pues, en los residentes con demencia, que tienen dificultad para distinguir los objetos del entorno, les ayudará a captar su atención (22). Sin embargo, los colores no solo influyen en el residente sino también en el personal sanitario. Por ejemplo,

el rojo produce un efecto visual de alerta constante, lo que les hace recordar que tienen que darles de beber (35).

En cuanto a la efectividad de los suplementos orales, Welch y cols. (23) confirman que una solución de rehidratación oral basada en una composición de electrolitos mejora los resultados analíticos indicadores de deshidratación. Por lo tanto, y de acuerdo con otros autores (36,37), los suplementos orales basados en carbohidratos y electrolitos resultan eficaces para mejorar los indicadores sanguíneos de deshidratación.

Finalmente, dado que la incontinencia es un factor que influye en la disminución de la IH, Simmons y cols. (6) y Spangler y cols. (19) adaptaron el horario de uso del servicio a las necesidades de cada residente y Schnelle y cols. (18) ofrecieron la posibilidad de acudir al baño y cambiar el pañal siempre que lo desearan, aumentando con ello la IH. En este sentido, la individualización de los cuidados en las personas mayores funcionalmente dependientes para ir al baño permite no modificar su IH por el temor a la incontinencia urinaria si no tienen tiempo de llegar al baño o por la desagradable sensación de convivir con el pañal y la ropa húmedas (4).

## INTERVENCIONES INVASIVAS

Las intervenciones invasivas corresponden a aquellos procedimientos que agreden química o mecánicamente al cuerpo, como es el caso de la vía subcutánea e intravenosa. Según la revisión realizada, las intervenciones invasivas a nivel residencial se centran en la hidratación vía subcutánea (24,25). No obstante, Dasgupta y cols. (26), que compararon el efecto de la hidratación subcutánea e intravenosa, concluyen que a pesar de la efectividad de las dos técnicas, la hipodermocclisis provoca menos complicaciones en la zona de punción que la terapia intravenosa. A modo de ejemplo, investigaciones como la realizada por Duems y Ariño (38) demuestran que la terapia intravenosa provoca más extravasación, edema e infección local que la hipodermocclisis. Asimismo, la investigación realizada por O'Keeffe y Lavan (39) refleja que el 80% de los residentes con terapia intravenosa presentaron agitación relacionada con la infusión, frente al 37% de los pacientes con hipodermocclisis ( $p = 0,005$ ).

Además, los pacientes perciben la hipodermocclisis como una técnica menos invasiva que la intravenosa (40), por lo que es el tratamiento de elección en situaciones no urgentes para residentes que requieren fluidos parenterales (26).

## LIMITACIONES DE LA REVISIÓN

A nivel metodológico, las revisiones de la literatura científica pueden sesgar la información recogida, dependiendo de las bases de datos y las palabras clave utilizadas durante el proceso. No obstante, el presente estudio ha evaluado la mayor parte de la literatura existente mediante la realización de búsquedas sistematizadas en las tres bases de datos más importantes sobre el tema, en la literatura gris y en la bibliografía derivada de artículos

científicos. Además, las estrategias de búsqueda se han construido considerando todos los sinónimos de las palabras clave y no se han limitado el idioma ni la fecha de publicación.

En relación a la calidad de los estudios, su análisis en este tipo de revisión no es una prioridad (14). No obstante, se ha creído pertinente analizar el riesgo de sesgo de cada estudio incluido en la selección final para aportar una mayor calidad en la interpretación de los resultados. Así pues, aunque existan algunos estudios con un riesgo de sesgo alto, en su mayoría el riesgo es medio, lo que aporta validez al análisis de los resultados.

## CONCLUSIONES

Esta revisión se centra en conocer qué intervenciones se llevan a cabo para el manejo de la deshidratación y la baja IH en las personas mayores institucionalizadas en residencias. Las intervenciones no invasivas están relacionadas con una asistencia individualizada, la estimulación para beber más y el ofrecimiento de diferentes bebidas entre las comidas, mientras que las invasivas son la hidratación por vía subcutánea e intravenosa. Como resultados, se ha evidenciado una mayor efectividad y menores efectos adversos en las intervenciones no invasivas, en términos de aumento de la IH, mayor control de la incontinencia, disminución del consumo de laxantes, mejora de los parámetros analíticos y ausencia de efectos adversos.

Por último, cabe resaltar que aunque no se haya encontrado evidencia en el contexto residencial español, las intervenciones analizadas pueden abrir futuras líneas de investigación en España dada la factibilidad de su aplicación. Así pues, esta revisión puede ser la base para formular directrices y conseguir una correcta hidratación de las personas mayores institucionalizadas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Instituto Nacional de Estadística. Cifras de población. Población residente en España. 2016. Citado el 19 de agosto de 2017. Disponible en: [http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&cid=1254736176951&menu=ultiDatos&idp=1254735572981](http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176951&menu=ultiDatos&idp=1254735572981)
- Abellán García A, García Ayala A, Pujol Rodríguez R. Un perfil de las personas mayores en España. 2017. Indicadores estadísticos básicos. Madrid: Informes Envejecimiento en Red nº 15; 2017. p. 48.
- Sociedad Española de Geriátrica y Gerontología (SEGG). Justificación, concepto e importancia de los síndromes geriátricos. En: Tratado de geriatría para residentes. 1ed. Madrid: International Marketing & Communication S.A.; 2007. pp. 143-50.
- Armstrong-Esther CA, Browne KD, Armstrong-Esther DC, Sander L. The institutionalized elderly: dry to the bone! *Int J Nurs Stud* 1996;33(6):619-28. DOI: 10.1016/S0020-7489(96)00023-5
- Bunn D, Jimoh F, Wilsher SH, Hooper L. Increasing fluid intake and reducing dehydration risk in older people living in long-term care: a systematic review. *J Am Med Dir Assoc* 2015;16(2):101-13. DOI: 10.1016/j.jamda.2014.10.016
- Simmons SF, Alessi C, Schnelle JF. An intervention to increase fluid intake in nursing home residents: prompting and preference compliance. *J Am Geriatr Soc* 2001;49(7):926-33. DOI: 10.1046/j.1532-5415.2001.49183.x
- Reed PS, Zimmerman S, Sloane PD, Williams CS, Boustani M. Characteristics associated with low food and fluid intake in long-term care residents with dementia. *Gerontologist* 2005;45(1):74-80. DOI: 10.1093/geront/45.suppl\_1.74
- Mentes JC, Culp K. Reducing hydration-linked events in nursing home residents. *Clin Nurs Res* 2003;12(3):210-25. DOI: 10.1177/1054773803252996
- Gaspar PM. Water intake of nursing home residents. *J Gerontol Nurs* 1999;25(4):23-9. DOI: 10.3928/0098-9134-19990401-06
- Gómez Ayala A. Grandes síndromes geriátricos. *Rev Farm Prof* 2005;19(6):70-4.
- Kim S. Preventable hospitalizations of dehydration: implications of inadequate primary health care in the United States. *Ann Epidemiol* 2007;17(9):736. DOI: 10.1016/j.annepidem.2007.07.043
- Xiao H, Barber J, Campbell ES. Economic burden of dehydration among hospitalized elderly patients. *Am J Health Syst Pharm* 2004;61(23):2534-40.
- Kayser-Jones J, Schell ES, Porter C, Barbaccia JC, Shaw H. Factors contributing to dehydration in nursing homes: inadequate staffing and lack of professional supervision. *J Am Geriatr Soc* 1999;47(10):1187-94. DOI: 10.1111/j.1532-5415.1999.tb05198.x
- Arksey H, O'Malley L. Scoping studies: towards a methodological framework. *Int J Soc Res Methodol* 2005;8(1):19-32. DOI: 10.1080/1364557032000119616
- Urrútia G, Bonfill X. PRISMA declaration: a proposal to improve the publication of systematic reviews and meta-analyses. *Med Clin (Barc)* 2010;135(11):507-11. DOI: 10.1016/j.medcli.2010.01.015
- Higgins J, Green S (eds.). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Intervention*. Version 5. The Cochrane Collaboration; 2011. pp. 206-21.
- Wells GA, Shea B, O'Connell D, Peterson J, Welch V, Losos M, et al. The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta-analyses. 2007. Citado el 30 de marzo de 2017. Disponible en: [http://www.ohri.ca/programs/clinical\\_epidemiology/oxford.asp](http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp)
- Schnelle JF, Leung FW, Rao SS, Beuscher L, Keeler E, Clift JW, et al. A controlled trial of an intervention to improve urinary and fecal incontinence and constipation. *J Am Geriatr Soc* 2010;58(8):1504-11. DOI: 10.1111/j.1532-5415.2010.02978.x
- Spangler PF, Rislew TR, Bilyew DD. The management of dehydration and incontinence in nonambulatory geriatric patients. *J Appl Behav Anal* 1984;17(3):397-401. DOI: 10.1901/jaba.1984.17-397
- Culp K, Mentes J, Wakefield B. Hydration and acute confusion in long-term care residents. *West J Nurs Res* 2003;25(3):251-66;discussion 267-73. DOI: 10.1177/0193945902250409
- Robinson SB, Roshier RB. Can a beverage cart help improve hydration? *Geriatr Nurs (Minneapolis)* 2002;23(4):208-11. DOI: 10.1067/mgn.2002.126967
- Dunne TE, Neargarder SA, Cipoloni PB, Cronin-Golomb A. Visual contrast enhances food and liquid intake in advanced Alzheimer's disease. *Clin Nutr* 2004;23(4):533-8. DOI: 10.1016/j.clnu.2003.09.015
- Welch IK, Campbell S, Crowley R. Oral hydration solution effects on fluid status of the elderly. *J Nutr Elder* 1996;16(1):1-10. DOI: 10.1300/J052v16n01\_01
- Arinzon Z, Feldman J, Fidelman Z, Gepstein R, Berner YN. Hypodermoclysis (subcutaneous infusion) effective mode of treatment of dehydration in long-term care patients. *Arch Gerontol Geriatr* 2004;38(2):167-73. DOI: 10.1016/j.archger.2003.09.003
- Hussain NA, Warshaw G. Utility of clysis for hydration in nursing home residents. *J Am Geriatr Soc* 1996;44(8):969-73. DOI: 10.1111/j.1532-5415.1996.tb01870.x
- Dasgupta M, Binns MA, Rochon PA. Subcutaneous fluid infusion in a long-term care setting. *J Am Geriatr Soc* 2000;48(7):795-9. DOI: 10.1111/j.1532-5415.2000.tb04755.x
- Gaspar PM. Comparison of four standards for determining adequate water intake of nursing home residents. *Res Theory Nurs Pr* 2011;25(1):11-22. DOI: 10.1891/0889-7182.25.1.11
- Skipper A. Monitoring and complications of enteral feeding. En: Skipper A (ed.). *Dietitian's Handbook of Enteral and Parenteral Nutrition*. Rockville: Aspen Publishers; 1993. p. 298.
- Hunt SA, Abraham WT, Chin MH, Feldman AM, Francis GS, Ganiats TG, et al. 2009 Focused Update Incorporated into the ACC/AHA 2005 Guidelines for the Diagnosis and Management of Heart Failure in Adults. *J Am Coll Cardiol* 2009;53(15):e1-90. DOI: 10.1016/j.jacc.2008.11.013
- Mentes J. Oral hydration in older adults: greater awareness is needed in preventing, recognizing, and treating dehydration. *Am J Nurs* 2006;106(6):40-9;quiz 50.
- Holben DH, Hassell JT, Williams JL, Helle B. Fluid intake compared with established standards and symptoms of dehydration among elderly residents of a long-term-care facility. *J Am Diet Assoc* 1999;99(11):1447-50. DOI: 10.1016/S0002-8223(99)00351-X
- Godfrey H, Cloete J, Dymond E, Long A. An exploration of the hydration care of older people: a qualitative study. *Int J Nurs Stud* 2012;49(10):1200-11. DOI: 10.1016/j.ijnurstu.2012.04.009

33. Schols JM, De Groot CP, Van der Cammen TJ, Olde Rikkert MG. Preventing and treating dehydration in the elderly during periods of illness and warm weather. *J Nutr Health Aging* 2009;13(2):150-7. DOI: 10.1007/s12603-009-0023-z
34. Casado A, Garea E, Gil P, Moreno N, Ramos P, Rodríguez J. Guía de buena práctica clínica en geriatría: hidratación y salud. Madrid: IMC; 2011.
35. Hollis S. Using red jugs to improve hydration. *Nurs Times* 2011;107(28):21.
36. Weinberg AD, Minaker KL. Dehydration. Evaluation in management in older adults. Council on Scientific Affairs American Medical Association. *JAMA* 1995;274(19):1552-6. DOI: 10.1001/jama.1995.03530190066035
37. Wotton K, Crannitch K, Munt R. Prevalence, risk factors and strategies to prevent dehydration in older adults. *Contemp Nurse* 2008;31(1):44-56.
38. Duems Noriega O, Ariño Blasco S. Eficacia de la vía subcutánea frente a la hidratación intravenosa en el paciente anciano hospitalizado: estudio controlado aleatorizado. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 2014;49(3):103-7. DOI: 10.1016/J.REGG.2013.12.003
39. O'Keeffe ST, Lavan JN. Subcutaneous fluids in elderly hospital patients with cognitive impairment. *Gerontology* 1996;42(1):36-9. DOI: 10.1159/000213768
40. Slesak G, Schnürle JW, Kinzel E, Jakob J, Dietz K. Comparison of subcutaneous and intravenous rehydration in geriatric patients: a randomized trial. *J Am Geriatr Soc* 2003;51(2):155-60. DOI: 10.1046/j.1532-5415.2003.51052.x



## Artículo Especial

### Consensus document on exclusion diets in irritable bowel syndrome (IBS) *Documento de consenso sobre las dietas de exclusión en el síndrome del intestino irritable (SII)*

Francesc Casellas<sup>1</sup>, Rosa Burgos<sup>2</sup>, Ascensión Marcos<sup>3</sup>, Javier Santos<sup>4</sup>, Constanza Ciriza-de-los-Ríos<sup>5</sup>, Álvaro García-Manzanares<sup>6</sup>, Isabel Polanco<sup>7</sup>, María Puy-Portillo<sup>8</sup>, Antonio Villarino<sup>9</sup>, Beatriz Lema-Marqués<sup>10</sup> and M.<sup>a</sup> del Carmen Vázquez-Alfárez<sup>11</sup>

<sup>1</sup>Nutrition Committee. Fundación Española del Aparato Digestivo (FEAD). Digestive Diseases Service. Hospital Universitari Vall d'Hebron (HUVH). Barcelona, Spain. <sup>2</sup>Nutrition Committee. Fundación Española del Aparato Digestivo (FEAD) and Sociedad Española de Nutrición Clínica y Metabolismo (SENPE). <sup>3</sup>Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD) and Sociedad Española de Nutrición (SEÑ). <sup>4</sup>Digestive Diseases Service. Hospital Universitari Vall d'Hebron (HUVH). Barcelona, Spain. <sup>5</sup>Digestive Diseases Service. Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid, Spain. <sup>6</sup>Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición (SEEN). Endocrinology and Nutrition Service. GAI La Mancha Centro. Alcázar de San Juan, Ciudad Real. Spain. <sup>7</sup>Sociedad Española de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica (SEGHNP). <sup>8</sup>Sociedad Española de Nutrición (SEÑ). CIBEROBN. Instituto de Salud Carlos III. Madrid, Spain. <sup>9</sup>Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación (SEDCA). <sup>10</sup>Sociedad Española de Nutrición Clínica y Metabolismo (SENPE). <sup>11</sup>Asociación de Enfermeras en Nutrición y Dietética (ADENYD)

#### Key words:

Consensus document. Irritable bowel syndrome. FODMAP. Gluten. Lactose. Education for health. Exclusion diets.

#### Abstract

This paper summarizes the contents of a consensus document on exclusion diets in irritable bowel disease that was developed by a task force from SEPD, FEAD, SENPE, FESNAD, SEÑ, SEEN, SEGHNP, SEDCA and ADENYD. The complete document is available at the FEAD and in SENPE websites. Irritable bowel syndrome is a highly prevalent functional digestive disorder where, in addition to drugs, therapy includes diet and acquisition of healthy habits as basic elements for its control. In order to facilitate dietary counseling for these patients in daily practice, the present consensus document on the role of exclusion diets was developed. To this end, consensus opinions were collected from various experts in the national scientific societies aiming at establishing recommendations applicable to the health care of patients with irritable bowel syndrome.

#### Resumen

Este documento resume el contenido del documento de consenso sobre las dietas de exclusión en el síndrome del intestino irritable elaborado por el grupo de trabajo de la SEPD, FEAD, SENPE, FESNAD, SEÑ, SEEN, SEGHNP, SEDCA y ADENYD. El documento completo está disponible en la web de la FEAD.

El síndrome del intestino irritable es un trastorno funcional digestivo muy prevalente en el que, aparte del farmacológico, el tratamiento dietético y la adquisición de hábitos saludables son básicos para su control. Para facilitar el consejo dietético a estos pacientes en la práctica diaria se ha elaborado el presente documento de consenso sobre el papel de las dietas de evitación en el síndrome del intestino irritable. Para ello se ha recogido la opinión consensuada de diferentes expertos que representan a las principales sociedades científicas nacionales para establecer unas recomendaciones aplicables en la práctica asistencial en los pacientes con síndrome del intestino irritable.

#### Palabras clave:

Documento de consenso. Síndrome del intestino irritable. FODMAP. Gluten. Lactosa. Educación para la salud. Dietas exclusión.

Received: 01/10/2018 • Accepted: 04/10/2018

*This consensus document is being published simultaneously into Spanish and English languages in The Spanish Journal of Gastroenterology (Revista Española de Enfermedades Digestivas) and into English language in the journal Nutrición Hospitalaria because of its special interest.*

Casellas F, Burgos R, Marcos A, Santos J, Ciriza-de-los-Ríos C, García-Manzanares Á, Polanco I, Puy-Portillo M, Villarino A, Lema-Marqués B, Vázquez-Alfárez MC. Consensus document on exclusion diets in irritable bowel syndrome (IBS). *Nutr Hosp* 2018;35(6):1450-1466

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2357>

#### Correspondence:

Francesc Casellas. Nutrition Committee. Fundación Española del Aparato Digestivo (FEAD). Digestive Diseases Service. Hospital Universitari Vall d'Hebron (HUVH). Passeig de la Vall d'Hebron, 119-129. 08035 Barcelona, Spain  
e-mail: [fcasellas@vhebron.net](mailto:fcasellas@vhebron.net)

## INTRODUCTION

Irritable bowel syndrome (IBS) is a condition that has become highly relevant in our healthcare setting. This is due to its high prevalence among the population, chronic nature, deep impact on patient life, and lack of curative treatment. It is precisely this latter fact that explains why patients with IBS receive various therapies on an ongoing basis. Because of this, patients and their practitioners seek strategies to control IBS symptoms, which often include modifications of dietary habits. Diets that exclude selected foods are increasingly used, and some of them are radical in that they involve basic components of our dietetic pattern. Not always are these diets accurate, evidence-based, or adequately monitored. Exclusion diets must be used both prudently and only when indicated since they may have a detrimental impact on nutritional and health status.

Because of the above, the Fundación Española de Enfermedades Digestivas (FEAD), together with the Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD), have favored the development of a joint, consensus document on exclusion diets in the setting of IBS. This consensus document has been jointly written by several scientific societies (Sociedad Española de Patología Digestiva [SEPD], FEAD, Sociedad Española de Nutrición Clínica y Metabolismo [SENPE], FESNAD, Sociedad Española de Nutrición [SEÑ], Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición [SEEN], Sociedad Española de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica [SEGHP], Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación [SEDCA] y Asociación de Enfermeras en Nutrición y Dietética [ADENYD]), which have provided their specific outlook and knowledge. It is addressed to all practitioners involved in the health care of patients with IBS, including Primary Care physicians, nutritionists, gastroenterologists, pediatricians, etc. An easily readable format was also sought to render the paper useful in clinical practice, providing a clear view on who should receive exclusion diets, how and when, in the setting of IBS. Recommendations included in the present consensus document are based on current understanding and expert consensus reports as identified in the references. We are confident that this paper will clarify concepts and improve the management of IBS patients by applying objective criteria for the exclusion of lactose, gluten, or FODMAPs (fermentable oligosaccharides, disaccharides, monosaccharides, and polyols) from the diet.

## BIOLOGICAL BASIS OF FOOD EXCLUSION IN IRRITABLE BOWEL SYNDROME

The gastrointestinal (GI) tract processes 8 to 9 l of fluid/day with a reabsorption efficiency of 98%, so that merely 100 to 200 ml are passed in the feces. The bowel also extracts nutrients, vitamins, and minerals from ingested food, excluding antigens and microbes, and excretes waste materials as a result of a special molecular architecture combined with regulatory mechanisms that involve the autocrine, luminal, paracrine, immune, neuronal, and endocrine systems.

The intestinal mucosal barrier includes the luminal surface with commensal microbiota and a mucus layer over 100  $\mu\text{m}$  thick, the columnar epithelium and underlying extracellular matrix, and the lamina propria, which contains the innate and adaptive immune systems as well as both blood and lymphatic vessels. In the small bowel (SB) 600-fold by virtue of the circular Kerckring's folds, villi and crypt structure, and microvilli, which increase the small intestinal surface area from 3,300  $\text{cm}^2$  to 2 million  $\text{cm}^2$  (1).

Food intolerance is very common in functional digestive disorders (FDDs), both in functional dyspepsia and irritable bowel syndrome (IBS). Many patients with IBS associate the ingestion of a wide range of foods with the development of abdominal bloating and pain (2,3), and 62% make dietary adjustments (4) such as reduced consumption of dairy products, spicy foods, wheat, alcohol, and some fruits or vegetables rich in poorly absorbable short-chain carbohydrates and sugar alcohols, and increased consumption of fruits rich in fermentable oligosaccharides, monosaccharides, and polyols (FODMAPs) (5,6). Up to 4.7% of patients may have latent celiac disease, and while malabsorption of lactose and other sugars does not seem to be more common in IBS patients than in the general population, patients often attribute their symptoms to ingestion of wheat and dairy products, hence other mechanisms may be involved.

This may occur through direct interactions between diet components and potentially sensitized intestinal mucosal receptors, or may be mediated by changes in the intestinal flora's metabolic capacity, bile acid and digestive enzyme secretion, intestinal hormone release, changes in epithelial morphology and functioning (7), impaired colonic motility and intraluminal distension, immune responses or impaired signaling between the bowel and brain, and cognitive factors. For instance, FODMAPs are osmotically active and increase water contents in the intestinal lumen. They undergo fermentation with production of hydrogen, carbon dioxide, methane, short-chain fatty acids (SCFAs), and lactate. Many patients with IBS report symptoms in response to gluten- or wheat-containing products despite negative celiac serology and normal SB morphology, which has been called "non-celiac gluten/wheat sensitivity." Gluten may induce a mild immune response in patients with IBS, which may be associated with exaggerated responses in enteric and sensorial nerves, and compromised intestinal barrier function (8,9). An increase in the intestinal density of sensorial fibers expressing transient receptor potential (subfamily V, TRPV) cation channels seems to play a role in the response to spicy, hot foods seen in patients with IBS (10). Although up to 20% of patients with IBS are positive that they are allergic to specific foods, IgE-mediated food allergies have not been convincingly associated with the pathogenesis of IBS, and the role of measurements of IgGs against food components remains unclear.

## BACTERIAL MICROBIOTA AND METABOLIC CAPACITY

The intestinal lumen is home to a wide range of microbes, the so-called intestinal microbiota, primarily made up of bacte-

ria but also archaea, fungi, viruses, and phages. Although more than 1,000 bacterial species and wide interindividual differences have been identified, the intestinal microbiota includes a limited number of phyla, with Bacteroidetes, Firmicutes, and members of Proteobacteria and Actinobacteria being predominant (11). This ecosystem is key to balance in immune responses, intestinal epithelium functioning, barrier function, and metabolic capacity.

The number and diversity of bacteria vary along the GI tract, from 0-10<sup>3</sup> bacteria per ml in the acidic stomach environment to 10<sup>5</sup> per ml in the SB and up to 10<sup>12</sup> per ml in the colon (12). This composition is affected by intestinal pH, oxygen, and available nutrients (13). The SB is characterized by the presence of high oxygen levels, digestive enzymes, antimicrobial peptides, and increased motility. The colon has an anaerobic environment with reduced motility and high levels of undigested nutrients. Lifestyle and diet are determinants of microbiota composition and function (14,15). Furthermore, microbiota composition patterns are highly predictive of health status (16). The intestinal microbiota exhibits a high metabolic capacity, and contributes to the synthesis of vitamins (B, K) and the conversion of dietary residues, endogenous compounds (e.g., mucins), bile acids, and xenobiotics (17).

## CARBOHYDRATE METABOLISM

Fermentation of complex carbohydrates such as fibers and resistant starches usually results in short-chain fatty acids (SCFAs), particularly acetate, propionate, and butyrate. Since these fatty acids are fuel for our intestinal cells and represent signaling molecules to which we are responsive, they are deemed to be beneficial. Patients with IBS have significantly higher levels of fecal acetate and propionate when compared to control individuals (18), which might be associated with IBS symptoms. A wide variety of bacteria may produce butyrate, including *Faecalibacterium prausnitzii*, *Eubacterium rectale*, *Eubacterium halli*, and *Roseburia intestinalis* (19). Propionate may be fermented by *Bacteroides spp* and *Veillonella spp*, but propionate is also carried in the portal circulation to the liver, where it can be used. Propionate fermentation often results in simultaneous acetate production by a wide variety of microbes in the gut, albeit acetate represents the primary fermentation product to some bacteria, including *Ruminococcus obeum* (20). Carbohydrate fermentation also results in the production of hydrogen and carbon dioxide. Therefore, impaired handling of intestinal gas, which is consistently described in IBS, may well bear some relation to the development of dysbiosis.

Hydrogen may serve as energy source for a variety of microbes, including methanogenic archaea, reductive acetogens, and sulfate reducers. *Methanobrevibacter smithii* is the most common methanogen in the human bowel. Sulfate reducers may also use hydrogen as a source of energy, which results in the formation of sulfide, a toxic compound considered as harmful for our health.

Although the relative volumes of bowel gases released in the breath have been used to relate FDD symptoms to *in-situ* intestinal microbial fermentation, cross-feeding between different microbial populations may change the relative concentrations of hydrogen,

methane and sulfide in the breath; for instance, hydrogen methanogenesis will result in a drop in gas volume.

## PROTEIN METABOLISM

While most proteins are digested and absorbed in the SB, a high-protein diet may lead to relevant protein loads in the colon. Less extensively studied than carbohydrate fermentation, microbial protein fermentation is considered to be potentially harmful for health as it may generate toxic products such as amines, ammonia, N-nitrous oxide, sulfur, and phenolic compounds (21). Prolonged epithelial exposure to these molecules may result in adverse changes, including carcinogenesis. Potential protein sources for fermentation include the diet and host-derived compounds. Since bacteria favor carbohydrate over protein fermentation, protein-rich, carbohydrate-poor diets, typical in western countries, may promote protein fermentation in the bowel. A recent study showed that fecal protease concentrations were higher in patients with IBS as compared to healthy controls, which suggests an increase in protein metabolism in the colon (22).

## LIPID METABOLISM

In contrast to carbohydrates and proteins, fat is thought to not reach the colon microbiota. An indirect effect of dietary fat assimilation is to facilitate the diffusion of bacterial components such as lipopolysaccharides across the epithelium, which may lead to low-grade inflammation (23).

Many studies demonstrate microbiota changes in patients with IBS (24). *Faecalibacterium prausnitzii* and *Akkermansia muciniphila* seem to be decreased in IBS whereas potentially pathogenic groups such as *Proteobacteria* have an increased presence. However, there is no consensus on the microbial species that consistently correlate (whether positively or negatively) with IBS clinical manifestations. Therefore, longitudinal studies involving repeat microbiota sampling will obviously be crucial to tell cause from consequence or coincidence. These studies may include interventions with specific diets or supplements, specific drug therapies, or novel strategies such as fecal microbiota transplantation.

## BILE ACIDS (BAs)

The two main BAs (cholic acid and chenodeoxycholic acid) are synthesized from cholesterol by hepatocytes; conjugated with taurine and glycine, they are then excreted in the bile. In the SB, BAs play a central, vital role in the digestion and absorption of liposoluble vitamins and fats. A highly efficient enterohepatic circulation ensures preservation of secreted BAs, with fecal losses lower than 10%. While a fraction of BAs is passively absorbed, the primary preservation mechanism is active absorption via de sodium-dependent transporter located in the apical surface of enterocytes in the terminal ileum. Ileal BA absorption and hepatic secretion are

closely associated through a feedback loop that is partly mediated by the fibroblast growth factor 19 (FGF-19), secreted by ileal enterocytes in response to high intracellular BA levels. FGF-19 secretion is in turn mediated by the nuclear farnesoid X receptor (25). FGF-19 then binds FGF receptor 4 and its Klotho-beta (KLB) co-receptor in hepatocytes in order to inhibit cytochrome P450 7A1, the enzyme that limits BA synthesis rate (26).

As primary BAs, they go through the small bowel, and approximately 15% are deconjugated by the microbiota; the small fraction of primary BAs that reaches the colon is deconjugated by colonic bacteria and transformed by bacterial 7-hydroxylase in secondary BAs (deoxycholic acid and lithocholic acid, respectively). While lithocholic acid is minimally absorbed, up to 50% of deoxycholic acid is reabsorbed and reconstituted in the liver to enter the bile.

BAs have a variety of physiological effects that are relevant to FDDs. These include effects on intestinal motility and secretion, mucosal permeability, and visceral sensation (27,28). The first step in the bacterial metabolism of BAs is performed by the enzyme bile salt hydrolase, which deconjugates primary BAs into primary BAs and free amino acids; the former may undergo a number of additional enzymatic transformations, including dehydroxylation, dehydrogenation, and sulfatation, to yield secondary or tertiary BAs (29).

High-fat diets stimulate BA secretion and may increase colonic water secretion and motor activity, as well as induce microbiota changes in IBS. Thus, fecal BA levels have been associated with stool form and frequency, relative BA deficiency with IBS and constipation (30), and excessive BA with IBS and diarrhea (31). Primary BA malabsorption has been shown to affect 32% of people with unexplained diarrhea, and may be even more prevalent among patients with IBS and diarrhea (32).

## DIAGNOSTIC USEFULNESS OF FOOD EXCLUSION IN IBS

IBS is a common functional digestive disorder, its prevalence being estimated at 10-20% (33,34). This condition also represents a significant impact on patient quality of life (34,35). IBS diagnosis is established by means of careful history taking, including Rome IV criteria (Table I), exclusion of alarm signs and symptoms (Table II), and diagnostic testing on an individual basis (36). This syndrome is classified in four subtypes according to the defecation pattern predominating (Bristol scale): IBS with predominant constipation (IBS-C), with predominant diarrhea (IBS-D), mixed (IBS-M), and unclassified (IBS-U) (37).

Abdominal pain and distension are the symptoms that predominate in IBS, in association with changes in bowel rhythm (constipation or diarrhea). Symptom severity may vary over time. Therefore, in order to reach the right diagnosis, other intestinal and extraintestinal conditions must be ruled out, as well as drugs that may induce IBS-like complaints. All this requires a thorough case history and physical examination (36).

Multiple studies suggest the potential role of diet as symptom trigger in IBS (38,39). It is estimated that 84% of patients diagnosed with IBS associate symptom development or aggravation with the ingestion of at least one type of food (40).

Consequently, dietary changes or restrictions represent the most common mechanism patients use to try and control their symptoms, so that 62% of affected individuals limit their diet without advice from a gastroenterologist or nutritionist (40,41). Most common restrictions include the exclusion of foods containing lactose, wheat, and selected fruits and vegetables. Thus, a detailed dietary history must be taken, highlighting the role of specific foods or their components as causal factors of symptoms (Table III).

**Table I. Rome IV criteria for the diagnosis of irritable bowel syndrome**

Recurrent abdominal pain, on average at least one day per week in the last three months, associated with two or more of the following: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Related to defecation</li> <li>– Associated with a change in stool frequency</li> <li>– Associated with a change in stool form (appearance)</li> </ul> Criteria should be fulfilled at least for the last three months, with symptom onset at least six months before diagnosis			
In IBS-C: <ul style="list-style-type: none"> <li>– 25% of hard stools (Bristol 1-2) and &lt; 25% of liquid stools (Bristol 6-7)</li> <li>– Predominant bowel habit based on stool form on days with at least one abnormal bowel movement</li> <li>– Predominant constipation may only be established when patient is assessed off medications for the treatment of impaired bowel habit</li> </ul>	In IBS-D: <ul style="list-style-type: none"> <li>– &gt; 25% of liquid stools (Bristol 6-7) and &lt; 25% of hard stools (Bristol 1-2)</li> <li>– Predominant bowel habit based on stool form on days with at least one abnormal bowel movement</li> <li>– Predominant diarrhea may only be established when patient is assessed off medications for the treatment of impaired bowel habit</li> </ul>	In IBS-M: <ul style="list-style-type: none"> <li>– &gt; 25% of liquid stools (Bristol 6-7) and &gt; 25% of hard stools (Bristol 1-2)</li> </ul>	In IBS-U: <ul style="list-style-type: none"> <li>– &lt; 25% of liquid stools (Bristol 6-7) and &lt; 25% of hard stools (Bristol 1-2)</li> </ul>

**Table II. Alarm criteria**

<ul style="list-style-type: none"> <li>– Family or personal history of colorectal cancer, intestinal polyposis, inflammatory bowel disease, and celiac disease</li> <li>– Symptom onset after 50 years of age</li> <li>– Recent changes in usual defecation rhythm</li> <li>– Presence of signs and symptoms suggestive of organicity: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Night-time symptoms</li> <li>• Fever</li> <li>• Anemia, leukocytosis</li> <li>• Unintentional weight loss not accounted for by other causes</li> <li>• Blood in feces</li> <li>• Significant abdominal pain</li> <li>• Pathological physical examination including: palpable abdominal mass, visceromegalies, adenopathies, goiter, abnormal digital rectal exam, etc.</li> </ul> </li> </ul>
---

**Table III. Medical history taking in IBS**

<ul style="list-style-type: none"> <li>– Rome IV criteria (Table I)</li> <li>– Exclusion of alarm signs and symptoms (Table II)</li> <li>– Differential diagnosis with other diseases and with drugs that may induce IBS-like manifestations</li> <li>– Detailed physical examination</li> <li>– Assessment of symptoms supportive of diagnosis: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Symptom chronicity</li> <li>• Association with other functional digestive and non-digestive disorders</li> <li>• Psychological determinants</li> </ul> </li> <li>– Dietary history: potential symptom-triggering foods or food components</li> </ul>
--

From all the above, food challenge or exclusion testing with potential dietary symptom triggers over a given period of time might be deemed an additional diagnostic criterion for IBS.

In patients with IBS, the incidence of lactose malabsorption is not higher than in control populations, but intolerance symptoms do manifest more often. Because of this, lactose-restricted diets are now considered to be useful in assessing symptom course.

In this regard, it was recently reported that the prevalence of IBS has increased in parallel with the growing use of fructose, processed foods, and additives. Berg LK et al. (42) have proposed a diagnostic instrument for the assessment of fructose intolerance. It is based on a visual analog scale to record symptoms following a low-fructose diet and a challenge with this same compound. The authors point out that, compared with the hydrogen breath test, this diagnostic tool has a sensitivity of 0.84, a specificity of 0.76, a PPV of 0.83, and a NPV of 0.79. Therefore, a fructose exclusion diet and subsequent fructose challenge may represent a new tool for diagnosing these patients.

A FODMAP-restricted diet might also be considered (43) as a diagnostic test for symptom assessment, but this has not been evaluated.

Furthermore, the IBS subtype where dietary exclusion/challenge testing is most useful should also be established. This strategy might also improve symptoms in other conditions (celiac disease [CD], non-celiac gluten sensitivity, and inflammatory bowel disease, among others) (44,45), where its diagnostic accuracy remains to be established.

The diagnosis of IBS and its subtypes is therefore based on the identification of diagnostic criteria (currently, Rome IV criteria) and the exclusion of alarm data. An adequate dietary history is key for diagnosis completion and treatment guidance. While exclusion diet and subsequent challenge with specific symptom-related foods may be promising as a diagnostic tool in IBS, exclusion duration and challenge timing have not been standardized, and neither have the substances to be used or its diagnostic accuracy.

## FODMAP EXCLUSION IN IBS

### SCIENTIFIC EVIDENCE

In the dietary management of IBS two lines of intervention have been established. The first line includes a regular eating pattern of five or six meals with restriction of alcohol, caffeine, spicy foods, fat, and gas-producing foods, and fiber distributed throughout the day; the second line consists of a FODMAP-restricted diet (46,47).

This type of dietary therapy comprises two phases. In the first phase FODMAPs are severely restricted for four to eight weeks; in the second phase, excluded foods are gradually reintroduced according to individual tolerance to end up with a diet as scarcely restrictive as possible (top-down method) (48). While this is the most common treatment available, FODMAP dietary contents may also be managed the other way round (bottom-up method), that is, first only restricting high-FODMAP foods, and

**Table IV. High-FODMAP foods that are advised against**

<b>High-FODMAP foods that are advised against</b>	
Fructose	Fruits: apple, ripe banana, mango, pear, fruit preserves, watermelon Sweeteners: fructose, high-fructose corn syrup Fruit concentrates. Fruit juices, dehydrated fruits Honey Corn syrup
Lactose	Milk (cow, sheep, goat) Yogurt Cheese: soft, uncured cheeses Custard Ice cream
Fructans	Vegetables: garlic, artichoke, eggplant, broccoli, cabbage, Brussels sprouts, onion, chicory, asparagus, leek, beet Cereals: wheat and rye in large amounts (e.g., bread, biscuit, couscous, pasta) Fruits: cherimoya, persimmon, watermelon
Galactans	Pulses: beans, chickpeas, lentils
Polyols	Fruits: avocado, apricot, cherry, plum, prune, lychee, apple, peach, nectarine, pear, watermelon Vegetables: cauliflower, common mushroom, sweet corn, green pepper Sweeteners: sorbitol, mannitol, xylitol
<b>Foods allowed</b>	
Fruits	Banana, blueberry, cranberry, grape, grapefruit, melon, kiwi, lemon, lime, mandarin, orange, passion fruit, papaya, pineapple, raspberry, strawberry, rhubarb With moderate consumption: avocado, cherry, coconut, blackberry
Vegetables	Olive, chard, chicory, celery, bamboo sprouts, soybean sprouts, marrow, pumpkin, cardoon, chives, endive, green beans, lettuce, corn, potato, cucumber, radish, tomato, carrot
Spices	Basil, chili pepper, coriander, ginger, lemongrass, mint, oregano, thyme, rosemary, parsley, paprika
Dairy products	Milk Lactose-free milk*, rice milk*, soy milk*, oat milk* Cheese: cured cheese, Brie and Camembert Lactose-free yogurt Ice cream substitutes: sorbets, jelly
Sweeteners	Sugar (sucrose) in small amounts, glucose, artificial sweeteners not ending in "ol" Maple syrup Molasses
Cereals	Rice, oat, millet, polenta, quinoa, buckwheat

\*See additives.

**Table V. Diagnostic criteria for celiac disease**

<b>The "4 out of 5" rule</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Typical symptoms of celiac disease                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– E.g., chronic diarrhea, delayed growth in children, iron-deficiency anemia</li> </ul> </li> <li>2. Serum celiac IgA antibodies, positive in high titers                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– 10 x upper limit of normal (IgG antibodies in subjects with IgA deficiency)</li> </ul> </li> <li>3. Haplotype HLA-DQ2 or DQ8c                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Also with half heterodimer (HLA-DQB1*02 positive)</li> </ul> </li> <li>4. Celiac enteropathy in small bowel biopsy                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Including Marsh 3 lesions, Marsh 1-2 lesions associated with positive celiac serology in low/high titers, or Marsh 1-3 lesions associated with subepithelial IgA deposits</li> </ul> </li> <li>5. Response to gluten-free diet                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Clinical and histological response in patients with negative serology</li> </ul> </li> </ol>

then also withdrawing lower-FODMAP foods until tolerance is achieved (48).

Low-FODMAP diet is defined as a diet poor in fermentable oligosaccharides (fructooligosaccharides, galactooligosaccharides), disaccharides (lactose), monosaccharides (fructose), and polyols (sorbitol, mannitol, maltitol, xylitol) (49). Fructans and fructooligosaccharides are naturally present in foods such as garlic and wheat; galactooligosaccharides in pulses; lactose in dairy products; fructose in some fruits including apple and pear, and polyols in stoned fruits. Table VI lists foods to be excluded from a low-FODMAP diet, as well as foods allowed.

These compounds may reach the colon unabsorbed, and here they increase luminal water contents due to the higher osmotic load they provide. They also induce gas production from fermentation. All this results in abdominal bloating and brings about IBS complaints (50-52).

Recently, the British Dietetic Association published a systematic review discussing the randomized controlled trials reported from January 1985 through October 2015 (53). Upon analyzing seven trials meeting the authors' inclusion criteria using a low-FODMAP diet for three, four or six weeks (54-57) improved symptoms in diarrhea-predominant IBS and mixed-type IBS, but not in constipation-predominant IBS, with a level of evidence B. Furthermore, a fructose-restricted diet improved abdominal pain, bloating, and stool frequency after four weeks (58). This study had a lower, C level of evidence. Regarding a comparison of the effectiveness of a low-FODMAP diet *versus* the National Institute for Health Care dietary regimens, results were similar with a level of evidence C (56). Also with a level of evidence C, low-FODMAP diets were shown to have an effectiveness similar to that of probiotic administration (*L. rhamnosus GG*) in diarrhea-predominant IBS and mixed IBS with predominant diarrhea (55).

Given the difficulty of correctly designing a double-blind, randomized study with a prolonged intervention period, the scientific evidence available thus far is limited (59). Primary limitations of reported studies include: a) lack of appropriate control group; b) absence of blind studies; c) too short therapy durations; and d) reduced number of subjects (60). However, despite this, countries such as Japan and the United Kingdom have included this type of diet in treatment regimens for IBS.

The fact that low-FODMAP diets are highly restrictive must be highlighted. They may reduce the ingestion of dietary nutrients such as calcium and fiber. Thus, in order to provide non-deficient diets despite restrictions, such dietary regimens should

be controlled by experienced dietitians. They will provide patients with adequate information, both oral and in writing, on high-FODMAP foods and their potential alternatives to achieve a balanced diet (61).

A significant aspect to bear in mind regarding the follow-up of low-FODMAP diets is the intestinal microbiota. A low-FODMAP diet may alter the composition of the gut microbiota. A reduction of fructans and galactooligosaccharides may bring about a decrease in the beneficial bacteria included in the microbiota. In this regard, two studies have shown that a low-FODMAP diet for 3-4 weeks results in a reduction in *Bifidobacteriaceae* (55,62). This is interesting as patients with IBS have been seen to have lower levels of fecal *Bifidobacteriaceae* (55,62,63), and a negative association has been found between the fecal amount of these bacteria and abdominal pain (64-66). Therefore, should dysbiosis be a cause of IBS, although no clear evidence supports this hypothesis as yet, the effect of a low-FODMAP diet would be counterproductive. These diets also result in a reduction of butyrate-producing bacteria, and increased numbers of mucus-degrading bacteria. However, the clinical transcendence of these changes remains unknown. Also, available data are insufficient to establish whether adverse changes in the gut microbiota may be avoided with the concomitant use of a low-FODMAP diet and probiotics.

As it was pointed out above, following symptom remission with FODMAP restriction, FODMAP-containing foods are gradually reintroduced. Available data suggest that 75% of patients tolerate FODMAP reintroduction with only moderate restrictions and still retain symptom control. However, evidence is still limited in this regard. Finally, the fact should be mentioned that while low-FODMAP diets may improve IBS symptoms, and hence are expected to improve quality of life, they may also have negative aspects such as financial costs, implementation burden, and downside impact on patient daily life (e.g., the habit of eating out). This may ultimately lead to reduced quality of life.

### Whom is it recommended?

It is recommended for patients with diarrheic or mixed IBS who do not respond to treatment with the standard diet included in the NICE guidelines (regular eating schedule, no copious meals, reduced ingestion of fat, insoluble fiber, caffeine, and gas-producing foods such as pulses, cabbage, and onion). Level of evidence B. Grade of recommendation B.

**Table VI. Diagnostic criteria for non-celiac gluten sensitivity (NCGS)**

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gluten ingestion results in rapid development of intestinal and extraintestinal symptoms</li> <li>2. Symptoms rapidly subside on dietary gluten withdrawal</li> <li>3. Negative IgE and skin test results to wheat</li> <li>4. Negative serology for celiac disease (IgA anti-EmA, anti-TG2 antibodies)</li> <li>5. Positive IgG anti-gliadin antibodies in 50% of patients</li> <li>6. Duodenal biopsies: normal or with moderately increased intraepithelial lymphocytes</li> <li>7. Haplotype HLA-DQ2 and/or HLA-DQ8: positive in 40% of patients</li> </ol> |
|---|

### Complete or partial restriction?

Using the top-down approach, FODMAP exclusion should be complete over the first 4-8 weeks, until symptom remission. High-FODMAP foods are then gradually reintroduced until patient tolerance is reached. This is usually prescribed for patients who do not usually ingest high amounts of FODMAPs, are intensely symptomatic, or prefer this strategy. Level of evidence B. Grade of recommendation B.

Using the bottom-up approach, FODMAP exclusion is partial and starts with foods with higher FODMAP contents; this restriction lasts for 4-8 weeks until tolerance is achieved. This is usually prescribed for patients who consume high amounts of FODMAPs, are moderately symptomatic, or prefer this strategy.

### For how long?

The complete FODMAP exclusion phase will last for about 4-8 weeks. Afterwards, controlled, gradual exposure to each FODMAP group will ensue for three days in order to identify individual tolerance. Level of evidence B. Grade of recommendation B.

### Reintroduction of normal diet

Once the tolerance thresholds for the various FODMAPs have been identified, dietary FODMAP contents will be adapted thereto in order to prescribe as few restrictions as possible, and minimize potential deleterious effects on the microbiota, colonocyte metabolism, and long-term nutritional status.

### What controls will we need?

Any low-FODMAP diet should be implemented under the supervision of an experienced dietician specialized in gastroenterology. Level of evidence B. Grade of recommendation B.

It is recommended that any nutritional deficiencies present prior to a low-FODMAP diet be identified and treated with supplementation, and then followed up during the intervention period. Also, intake of fiber, calcium, iron, zinc, folic acid, and vitamin D should be monitored during any low-FODMAP diet, particularly in patients unable to afford alternative low-FODMAP foods.

## LACTOSE EXCLUSION IN IBS

### SCIENTIFIC EVIDENCE

Lactose intolerance is a disorder that follows lactose ingestion in the presence of lactase deficiency. This deficiency may result in lactose malabsorption when the unabsorbed sugar reaching the colon is fermented by colonic bacteria with gas production

(hydrogen, methane, etc.). As a consequence, multiple intolerance symptoms may develop, including abdominal pain, bloating, borborygmus, diarrhea, and even vomiting (69).

Intolerance may be classified as:

- *Congenital lactase deficiency*. This is an extremely rare pediatric condition of which only about 40 cases have been reported worldwide, primarily in Finland. It was initially described in 1959 by Holzel et al. It must not be mistaken for primary or secondary deficiency.
- *Primary lactase deficiency*. This results from a physiological decrease in lactase secretion with age that may be seen in all mammals, although humans have developed gene mutations that allow secretion during adulthood, particularly in some races (e.g., Caucasians).
- *Secondary lactase deficiency*. It is due to lactase deficiency because of diseases that involve the SB wall. Most significant among these are CD, non-celiac gluten sensitivity, Crohn's disease, gastrointestinal infection, cow's milk protein enteropathy, drugs such as NSAIDs, antibiotics, etc., and other causes such as gastropathy, giardiasis, malnutrition, carcinoid syndrome, etc. (68,69).

Lactose malabsorption and intolerance affect a high percentage of the population. In Spain, 15% of northern populations and over 40% in southern areas are estimated to suffer from this condition, which is even more common among immigrants from South America and Africa (70,71).

The potential incidence of lactose intolerance in people with IBS is worthy of mention here. A recent study shows that lactose malabsorption is as common in healthy individuals as in patients with IBS; however, the intolerance associated with malabsorption is more severe in the latter group. This study enrolled a group of patients with IBS and a group of healthy volunteers. Both groups underwent hydrogen breath testing after lactose overloading, which measured malabsorption extent; they also had their abdominal circumference measured before and after testing in order to objectively assess intestinal gas formation. Results showed that with equal levels of malabsorption, as measured with hydrogen breath, patients with IBS had more symptoms, and these were more severe, when compared to healthy controls. The study concludes that patients with IBS do not have higher levels of lactose malabsorption *versus* the general population, albeit they do have higher levels of intolerance, as they are particularly hypersensitive; their symptoms are more severe and, most importantly, "worse lived" when compared to the general population (72).

All in all, we may consider that there is scientific evidence to support lactose exclusion as potentially effective for health improvement in IBS.

### Whom is it recommended?

Lactose exclusion is to be recommended when symptoms are identified in association with the ingestion of dairy products or evidence of lactose malabsorption is present.

## Complete or partial?

Lactose exclusion may be partial, then patient response is monitored and lactose ingestion may be increased accordingly. However, it is advisable that exclusion be initially complete, and then subjected to nutrition monitoring (73).

## For how long?

Exclusion duration cannot be established beforehand; response to exclusion may be assessed after 4-8 weeks.

Lactose-containing foods to be avoided include:

- Processed cow's milk contains at least 4.7% lactose.
- Similar proportions are found in the raw milk of other mammals.
- Butter may be considered as a lactose-containing food or otherwise depending on its preparation process; some processes separate water-soluble components from milk fats.
- Intolerant individuals may tolerate traditionally prepared yogurt since the bacteria involved are lactase producers.
- Traditionally prepared hard cheese and mild-aged cheese may be eaten, as their fermentation process and fats result in decreased lactose contents.
- Also, traditional methods for cheese ageing (over two years) reduce lactose to almost zero. This may be different for cheese manufactured with modern procedures.

Other foods to be avoided include pastry cream, liquid cream, commercial purées, bechamel sauce, sliced bread, milk-containing cocoa products, and fruit shakes.

## Reintroduction of normal diet

On a gradual, step-by-step basis, ensuring that lactose-containing products are increasingly well tolerated, and no symptoms suggest that IBS worsens with lactose ingestion. Nevertheless, even when IBS is not caused by lactose malabsorption, patients with IBS and lactose intolerance do benefit from lactose exclusion in terms of symptoms.

Nutritional monitoring will provide balance between potential lactose intolerance and IBS.

## GLUTEN EXCLUSION IN IBS

### SCIENTIFIC EVIDENCE

IBS is a condition with a prevalence of 7-25% (74,75). It manifests with abdominal symptoms without organic cause that are typically associated with meals; 90% of patients relate them to some specific food, and two thirds of them restrict their dietary intake (76). One of these foods is gluten (protein portion of cereals, such as wheat, oat, rye), which induces similar symptoms in CD.

In patients with IBS who do better with a gluten-free diet (GFD), gluten-related disorders must be ruled out (77); 30% of celiac patients were formerly categorized as IBS sufferers (78,79), and high rates of final diagnosis with CD (2-42%) and non-celiac gluten sensitivity (NCGS) are reported (52-93%) (80). The prevalence of CD in the duodenal biopsies of patients with suspected IBS may be four times higher than expected (81).

Gluten-related disorders may be divided into three categories:

1. *Wheat allergy*: an allergic reaction to gluten mediated by eosinophils in the bowel. There is no genetic predisposition, diagnosis is clear, and gluten exclusion may save lives by preventing anaphylaxis (82).
2. *Celiac disease*: an autoimmune systemic disorder mediated by acquired autoimmunity (T-cells); it primarily affects the digestive system of genetically susceptible individuals (HLA DQ2/8) (83). Its prevalence of 1-3% has increased in recent years as a result of improved diagnosis (Table VII). In the adult, it may manifest both with diarrhea and constipation, hence it may involve patients categorized with IBS of any subtype (84). Gluten exclusion relieves symptoms, prevents complications, and improves quality of life (85)
3. *Non-celiac gluten sensitivity*: mediated by innate immunity with failed adaptive response; duodenal infiltration with lymphocytes may be present, and no complications develop (Table VI). A prevalence of up to 10% has been estimated in Spain (86). Discrepancies exist regarding its definition, and up to 30% of patients with NCGS in initial series might be now diagnosed with CD according to current criteria (80,87,88,80).

A review of adult patients diagnosed with NCGS (89) showed highly heterogeneous studies: variable gluten doses (2-52 grams/day), periods (1-6 weeks), and placebos. It concluded that over 80% of subjects diagnosed with NCGS would not retain their diagnosis in a placebo-controlled, double-blind study.

Furthermore, NCGS symptoms may be triggered by wheat proteins other than gluten, by short-chain carbohydrates (FODMAPs), or by ATIs (amylase-tryptase inhibitors) in wheat. It is because of this that Guandalini and Polanco (90) suggested using the designation "wheat intolerance syndrome."

Most NCGS studies find improvement in the placebo group, but only 16% had gluten-related symptoms and 40% of these improved with placebo (94), the so-called "nocebo effect." This effect may be statistically prevented, but such adjustment was never performed. In studies on food intolerance in IBS, two thirds may have exhibited nocebo effects (90). In the study by Barmeyer (91), over 50% of patients on GFD remained on such a diet after one year despite lack of response.

Several studies of GFD in patients with IBS-D found a decrease in stool number in up to 60% of subjects (92,93) with improved intestinal permeability (92,94) and epithelial changes observed with endomicroscopy (95).

In a study of patients with IBS (88) who received an initial course of GFD for four weeks, and were then randomized to receive wheat capsules or placebo, 30% were diagnosed with NCGS, even though 10-40% of these met CD criteria.

**Table VII. Reported clinical trials on gluten and IBS**

Author	Study population	Design	Objective	Result
Biesiekierski et al. (107)	34 patients with IBS after a period on GFD 56% with CD-risk haplotype	Double-blind, randomized, controlled study Randomization to receive 16 or 0 g of gluten for six weeks	Effect on gastrointestinal and other symptoms Intestinal permeability with fecal lactoferrin measurement	Improvement with GFD in 68% of gluten group vs 40% of placebo group. Relief of abdominal pain and non-digestive symptoms such as fatigue. No effect on flatulence or nausea, though
Biesiekierski et al. (96)	37 asymptomatic patients with IBS and NCGS on a GFD 56% had risk haplotype	Double-blind, randomized trial Two weeks with low-FODMAP diet Then, randomization to receive placebo (16 g of soy protein), low-dose gluten (2 g) or high-dose gluten (16 g) for one week 22 were crossed to gluten, serum protein or control for two weeks	Effect of gluten in patients on low-FODMAP diet, as measured by symptoms and both serum and intestinal inflammation markers	All three groups improved with low-FODMAP diet, and then similarly worsened after intervention Only 8% improved with gluten exclusion
Shahbazhani et al. (108)	72 patients with IBS	Double-blind, placebo-controlled study, including 148 subjects; 72 completed the initial six weeks on GFD, and were randomized to receive 52 vs 0 g of gluten for six weeks	Effect of gluten after reintroduction in patients with IBS on GFD	83% of those with gluten experience worsening symptoms versus 25% in the placebo group
Vázquez Roque et al. (97)	45 patients with IBS-D 50% with CD-risk haplotype, homogeneously distributed in both groups	Randomized, controlled trial Randomization to receive GFD vs placebo for four weeks	Effect of gluten on permeability markers (lactulose and mannitol excretion), cytokine production, and clinical data 28 underwent rectosigmoidoscopy	Greater number of stools and higher permeability in the gluten arm No histological changes Differences are seen in those CD-risk haplotype
Zanwar et al. (104)	60 patients with IBS who had responded to GFD Patients with CD and wheat allergy were excluded	For four weeks gluten is dosed versus placebo in a randomized, double-blind, controlled fashion	Assessment before and after GI symptoms	Symptoms (abdominal pain, bloating, fatigue) worsened at one week after reintroduction
Elli et al. (98)	98 patients with IBS who had responded to GFD	Double-blind, randomized, crossover trial Reintroduction of gluten versus placebo (5.6 g gluten capsules)	Assessment of quality of life items (VAS, SF 36) Transaminases, CRP, and iron status are measured	28% of patients responded to GFD versus 14% to placebo

There is also a group of patients with atopic conditions, food hypersensitivity, and eosinophilic infiltration that, according to some authors (88), should be classified with wheat allergy.

Six clinical trials have explored the role of gluten in IBS (Table VII). All have methodological issues: failure to rule out CD, nocebo effect, and failure to differentiate gluten from other dietary compounds except in one case, who found no differences *versus* FODMAPs (96).

Therefore, IBS and NCGS are not synonyms, but some patients initially diagnosed with IBS may improve with a gluten-free diet; however, only a reduced number will do so because of gluten itself, and may then be diagnosed with NCGS. No markers allow to identify the subgroup of patients who will experience improvement. Response to GFD may occur later than seen in studies (91).

An association between NCGS and CD-risk haplotype HLA DQ2/8 was initially found (97), but was later found to be inconsistent. It has a sensitivity of 25% and specificity of 52% for the diagnosis of NCGS (91).

NCGS may only be diagnosed after excluding other conditions, and assessing its improvement/worsening following gluten withdrawal/reintroduction. Hence, gluten should be blindly reintroduced in patients with IBS on GFD, since only 14-30% will experience relapse (98-100).

To conclude, gluten exclusion cannot be universally recommended in IBS since evidence is limited by the poor quality of studies. Also, 0.5% of the general population (101) follow a GFD in the absence of gluten-related disorders, and British guidelines (76) recommend that IBS patients on GFD be informed of the low evidence of benefit and the risks of diets that may be deficient in calories and nutrients (fiber, folic acid, niacin, vitamin B12, vitamin E, vitamin A, phosphorus, calcium, zinc, selenium) and rich in saturated fat (102,103), as well as expensive and inconvenient.

Whether NCGS is a transient or permanent disorder remains unknown, hence response to gluten reintroduction should be regularly assessed (104,105).

### Whom is it recommended?

NCGS is a gluten-related disorder that may partly account for IBS. However, the evidence supporting universal gluten exclusion for all patients with IBS is low (RCTs with limited quality). Patients with IBS already on a GFD should be informed of their low evidence of benefit and of their risk (grade of recommendation C: expert opinion).

### Complete or partial?

Complete, as studies were carried out with complete gluten exclusion (grade of recommendation A) (106-108). In patients with IBS without evidence of gluten-related disease, exclusion should only be considered in the setting of a low-FODMAP diet as it is doubtful that a favorable response in patients with NCGS may result from reduced FODMAP rather than gluten ingestion.

### For how long?

For at least eight weeks in order to assess efficacy, although most studies identify improvements within one week. In the absence of improvement, NCGS diagnosis should be deemed uncertain (grade of recommendation A).

### Reintroduction of normal diet

Response to normal diet reintroduction should be regularly assessed in a masked, double-blind fashion to avoid the nocebo effect (grade of recommendation A).

### What controls will be needed?

Diet must be supervised by an expert to ensure compliance and prevent nutritional deficiencies (grade of recommendation C).

## NUTRITIONAL CONSEQUENCES OR IMPACT OF LACTOSE, GLUTEN, AND FODMAP EXCLUSION IN ADULT PATIENTS

A low-FODMAP diet entails removal of basic foods such as some cereals and derivatives (mainly wheat, oat, and rye), lactose-containing dairy products, pulses, and multiple fruits and vegetables (109).

In the review published in March 2017 by Catassi G. et al (110), most studies thus far reporting on the effects of the low-FODMAP diet in adult patients with IBS (111-125) had a dietary intervention period of three to four weeks (115). Only two of 17 studies had longer dietary therapies, of nine and 16 months, respectively (111,113), of which only one assessed and ensured adequate calcium and fiber ingestion (113).

Given the lack of long-term studies on the nutritional consequences of low-FODMAP diet, and given the type of food exclusion involved (wheat, oat, rye, and lactose-rich dairy products, among other foods), the authors hypothesized that the potential risks of its long-term use might be inferred from the data available for other well-known food exclusion regimens such as gluten-free and lactose-free diet (110).

For years, patients on GFD have been known to have a higher risk for deficient fiber, calcium, iron, zinc, magnesium, folic acid, and vitamin B12 ingestion (126,127); now we know that many gluten-free products are unbalanced because of higher contents in fat and sugar, and two- to three-fold less protein as compared to their gluten-containing counterparts (128). Furthermore, a recent long-term, prospective cohort study carried out in the USA in 110,017 non-celiac subjects on GFD associated this diet with an increase in cardiac events (129), which is in contrast with the benefits GFD seemingly has on cardiovascular disease in celiac patients (130). The authors report that the increase in cardiovascular disease seen in these non-celiac

patients on GFD may result from reduced ingestion of beneficial wholegrains (129).

As regards fiber intake, deficiencies may be higher with low-FODMAP diets because of restricted pulse, fruit, and vegetable consumption; this may be particularly harmful for patients suffering from IBS with constipation (110).

Finally, GFD has also been recently associated with higher risk for contamination with arsenic, mercury and other metals (131) from soil, water, and fertilizers; their impact on health is uncertain but might involve an increased risk for cancer and other chronic conditions (132,133). Increased exposure to these GFD contaminants may result from higher ingestion of rice (134) and gluten-free rice derivatives (135), but further studies are needed to establish the actual risk associated with this exposure.

Regarding the restriction of lactose-containing dairy products, it may result in decreased calcium intake since dairy foods are a major calcium source; intestinal calcium absorption is enhanced by lactose, hence may also be reduced (136,137), which may favor vitamin D deficiency (138), a condition highly prevalent in patients with IBS (139). In case of severe lactose intolerance, such deficiencies may be prevented by consuming lactose-free dairy products (milk, yogurts, cheese) or calcium- and vitamin D-enriched vegetable drinks (rice milk, almond milk, oat milk, etc.); however, let us recall that most people with lactase deficiency may even tolerate small amounts of lactose (less than 12 g, equivalent to a cup), particularly when combined with other foods or taken fractionated throughout the day (140-142). In this way, these individuals may tolerate small amounts of milk or naturally fermented, low-lactose dairy products such as yogurt, kefir or cheese.

Catassi et al. (110) also report that low-FODMAP diet may be poor in antioxidants such as flavonoids, carotenoids, and vitamin C, naturally present in some of the excluded vegetables (e.g., cauliflower, onion, garlic), and in phenolic acids and anthocyanins, present in wheat and fruits (110,143).

Despite these reasonable hypotheses, based on studies using short-term low-FODMAP diet or other exclusion diets, a recently reported study fails seemingly to confirm such potential nutritional consequences (144).

O'Keeffe et al. (144), in addition to studying the long-term effects of low-FODMAP diet on clinical response, also explored its nutritional adequacy, dietary acceptability, and food-related quality of life. This study enrolled 375 patients who received a stringent low-FODMAP diet for at least six weeks. After this short period of time patients were instructed to reintroduce FODMAP-rich foods up to tolerance level. The long-term study was performed in 103 patients over six to 18 months. Of 103 patients, 84 followed a "FODMAP adapted diet" (including subjects on strict low-FODMAP diet, FODMAP-rich diet to tolerance levels, and low-FODMAP diet 50% of time) and 19 returned to their "usual" diet. No significant long-term differences in energy and nutrient ingestion were found between groups, except for folic acid and vitamin A, which was higher in the "FODMAP-adapted" group. In both groups, 95% of patients reached dietary reference values for daily energy and most nutrients, including carbohydrates, fiber and calcium, which had been reduced in prior short-term studies (112,117,145).

Despite these good results, the authors are aware of multiple study limitations, including low participation in the initial sample, only 27%, in comparison to similar studies; the study design itself, without control arm or blinding; and the use of food frequency questionnaires as tools to assess dietary intake, as they tend to underestimate or overestimate ingestion of certain foods (146). Along the same lines, another recent randomized, single-blind study by Vincenzi M et al. (147), reported in June 2017, established that low-FODMAP diet does not seem to cause folic acid or vitamin D deficiencies after three months. This study is pending publication of results at six months' follow-up.

According to extant evidence, it would be reasonable to consider that low-FODMAP diet, when rightly supervised by an experienced dietician, may be nutritionally adequate in the long run (148). However, prolonged FODMAP restriction may have physiological effects on intestinal microbiome, colonocyte metabolism, and nutritional status that should not be underestimated and require further research (112,114,148).

## **EDUCATION TO ACQUIRE HEALTHY EATING HABITS. COMMUNICATING WITH THE PATIENT WITH IBS**

---

Diet and eating habits have become highly relevant in the dietary management of IBS. In this regard, educational interventions by health practitioners may promote morbidity control, reduce healthcare burden, and improve patient quality of life.

## **BACKGROUND**

Many chronic diseases are associated with unhealthy diets (156); accordingly, unhealthy eating habits may be thought of as risk behaviors related both to incidence and morbidity, as well as to healthcare burden. In an attempt to diminish this predicament emphasis has been placed on an integral, holistic approach to the needs of people suffering from said conditions (150). Education is now prioritized as a tool for improving patient self-management and quality of life (151).

### **Importance of eating habits in the dietary management of IBS**

Restriction of selected foods has been shown to entail potential nutritional deficiencies; obviously, restrictive therapies should foster regular eating habits based on recommended dietary allowances, as put forth in the recent document titled "*The food pyramid*" (152). Despite limited evidence regarding the association of healthy eating habits with IBS symptoms, the aforementioned paper discusses the importance of patient counseling, with emphasis on lifestyle as related to eating habits.

## Importance of a health team intervention model in the dietary management of IBS. Educating patients with IBS

### Intervention model

Initial guidelines for the dietary management of IBS lacked an integral critical assessment, particularly regarding first-line approaches (153). This conventional development has led to patient issues, including dissatisfaction with practitioner interactions (154) and/or deficient knowledge (155,156). Given their transcendence, patient-reported difficulties (poor accessibility for concern resolution, uncertainty-derived worrying, etc.) may be associated with treatment noncompliance (155,157), self-prescribed dietary adjustments (156) or presence of irregular eating habits (158,159), all of them documented in this population.

Given that adherence to dietary treatment is key for prescription regimen effectiveness in IBS (160), and the deficiencies found in its management are incongruous with guideline compliance by health professionals, it is advisable that education be focused on the needs identified in patients with IBS (161).

### Education in the management of chronic diseases

Educational interventions are the responsibility of health professionals, and a most recommended measure in the key areas of models developed for the management of chronic diseases (162-169). All of them argue that education improves quality of care for chronic patients. In this setting should the meaning of therapeutic education, and of its goals, be understood (WHO, 1988). This involves helping patients to learn and develop multiple skills, and improving several health parameters, increasing personal satisfaction, and diminishing anxiety with reduced numbers of complications and costs.

### Education in the management of IBS

Overall, modifying eating habits is effort-intensive for health teams, and also results in patient difficulties. The significance of functional disorders like IBS depends not only on symptom severity but also on biopsychosocial factors such as associated gastrointestinal and extraintestinal symptoms, extent of involvement, and perception and behavior forms (170). Dietary and lifestyle interventions must cover cognitive and behavioral aspects, particularly when patients show a special interest in understanding dietary changes, survival strategies, and the causes of their disease (171).

Some studies demonstrate the potential benefits of education in the setting of IBS. A holistic approach dealing both with body and mind of patients with IBS is associated with therapy benefits (160,161), and may be appropriate to facilitate behavior changes as related to dietary management (171,172). IBS regimens

should emphasize a better understanding of IBS patient expectations, as well as the therapeutic value of patient-professional communication (173). It is also important that care models be developed that promote learning and experience sharing, connecting the patients' perception of their health issue, needs, and life status with the transference of knowledge and skills by health providers (174). The first-line intervention approach to IBS recommends that health providers foster self-management by imparting knowledge to patients with IBS, a strategy that must prevail over any other considerations (175). Diet counseling, as developed by trained professionals, promotes the adoption of and adherence to a healthier diet, improves quality of life, and reduces morbidity in IBS (176-179). A diary recording food ingestion and symptom development will help identify products that trigger or worsen complaints (180). Providing nutritional orientation in consultation sessions will reassure patients with IBS (177) and ensure adequate intakes while avoiding nutritional deficiencies. The importance of an approach focused on self-management and patient education in the first line of intervention has been already highlighted (153).

## RECOMMENDATIONS

- Dietary management in IBS requires an integral, holistic approach including involvement extent, perception style, and patient behavior.
- Given the complexity of dietary management in IBS, appropriate regimens are insufficient; patients must also understand them, adhere to them, and be willing to comply.
- It is important that patients be involved as active subjects in the change process, using education as a cornerstone to facilitate communication and efficient self-management.

## CONCLUSIONS

The present paper was meant to capture a consensus on the role of exclusion diets in IBS. To this end, the consensus opinions of various experts representing the major Spanish scientific societies were collected to establish a set of recommendations applicable to healthcare practice for patients with IBS. Thus, we strived to collect scientific evidence on food exclusions while avoiding highly restrictive, poorly substantiated or controlled diets.

IBS is a highly prevalent functional disorder of the digestive system where dietary management and healthy habits, in addition to drug therapy, are key control measures. Furthermore, the exclusion of dietary components such as lactose or FODMAPs has diagnostic added value. For cases of IBS with diarrhea unresponsive to conventional dieting, FODMAP exclusion is effective under professional supervision for 4-8 weeks. If successful, tolerated FODMAPs will be gradually reintroduced. For IBS with diarrhea associated to lactose ingestion, lactose should be excluded from the diet for 4-8 weeks, and then slowly reintroduced according to symptom-free tolerability. For IBS with

diarrhea, supervised gluten exclusion in a complete though transient fashion may be considered; subsequently, gluten may be reintroduced, blindly if feasible, in order to rule out the possibility of non-celiac gluten sensitivity.

All things considered, the therapeutic approach to patients with IBS must be an integral one comprising all available measures, including education for health and coordinated action by practitioners such as doctors, nutritionists, and nurses, in order to optimize IBS symptom control and improve patient quality of life.

**REFERENCES**

1. Rao MC, Sarathy J, Sellin JH. Intestinal electrolyte absorption and secretion. In: Sleissen-ger and Fordtran's. Gastrointestinal and liver disease. 10th ed. Elsevier; 2016. Chapter 101, pp. 1713-34.
2. Bohn L, Storsrud S, Tornblom H, et al. Self-reported food-related gastrointestinal symptoms in IBS are common and associated with more severe symptoms and reduced quality of life. *Am J Gastroenterol* 2013;108:634-41.
3. Simren M, Mansson A, Langkilde AM, et al. Food-related gastrointestinal symptoms in the irritable bowel syndrome. *Digestion* 2001;63:108-15.
4. Monsbakken KW, Vandvik PO, Farup PG. Perceived food intolerance in subjects with irritable bowel syndrome - Etiology, prevalence and consequences. *Eur J Clin Nutr* 2006;60:667-72.
5. El-Salhy M, Ostgaard H, Gundersen D, et al. The role of diet in the pathogenesis and management of irritable bowel syndrome. *Int J Mol Med* 2012;29:723-31.
6. Dapoigny M, Stockbrugger RW, Azpiroz F, et al. Role of alimentation in irritable bowel syndrome. *Digestion* 2003;67:225-33.
7. Park MI, Camilleri M. Is there a role of food allergy in irritable bowel syndrome and functional dyspepsia? A systematic review. *Neurogastroenterol Motil* 2006;18:595-607.
8. Biesiekierski JR, Peters SL, Newnham ED, et al. No effects of gluten in patients with self-reported non-celiac gluten sensitivity after dietary reduction of fermentable, poorly absorbed, short-chain carbohydrates. *Gastroenterology* 2013;145:320-8.
9. Eswaran S, Goel A, Chey WD. What role does wheat play in the symptoms of irritable bowel syndrome? *Gastroenterol Hepatol (NY)* 2013;9:85-91.
10. Cenac N, Bautzova T, Le Faouder P, et al. Quantification and potential functions of endogenous agonists of transient receptor potential channels in patients with irritable bowel syndrome. *Gastroenterology* 2015;149:433-44.
11. Wu GD, Bushman FD, Lewis JD. Diet, the human gut microbiota, and IBD. *Anaerobe* 2013;24:117-20.
12. Ahmed S, Macfarlane GT, Fite A, et al. Mucosa-associated bacterial diversity in relation to human terminal ileum and colonic biopsy samples. *Appl Environ Microbiol* 2007;73:7435-42.
13. Mowat AM, Agace WW. Regional specialization within the intestinal immune system. *Nat Rev Immunol* 2014;14:667-85.
14. Yatsunenko T, Rey FE, Manary MJ, et al. Human gut microbiome viewed across age and geography. *Nature* 2012;486:222-7.
15. Zimmer J, Lange B, Frick JS, et al. A vegan or vegetarian diet substantially alters the human colonic faecal microbiota. *Eur J Clin Nutr* 2012;66:53-60.
16. Claesson MJ, Jeffery IB, Conde S, et al. Gut microbiota composition correlates with diet and health in the elderly. *Nature* 2012;488:178-84.
17. Krishnan S, Alden N, Lee K. Pathways and functions of gut microbiota metabolism impacting host physiology. *Curr Opin Biotechnol* 2015;36:137-45.
18. Tana C, Umesaki Y, Imaoka A, et al. Altered profiles of intestinal microbiota and organic acids may be the origin of symptoms in irritable bowel syndrome. *Neurogastroenterol Motil* 2010;22:512-9.
19. Vital M, Howe AC, Tiedje JM. Revealing the bacterial butyrate synthesis pathways by analyzing (meta)genomic data. *MBio* 2014;5:e00889.
20. Miller TL, Wolin MJ. Pathways of acetate, propionate, and butyrate formation by the human fecal microbial flora. *Appl Environ Microbiol* 1996;62:1589-92.
21. Nyangale EP, Mottram DS, Gibson GR. Gut microbial activity, implications for health and disease: the potential role of metabolite analysis. *J Proteome Res* 2012;11:5573-85.
22. Tooth D, Garsed K, Singh G, et al. Characterisation of faecal protease activity in irritable bowel syndrome with diarrhoea: origin and effect of gut transit. *Gut* 2014;63:753-60.

23. Moreira AP, Texeira TF, Ferreira AB, et al. Influence of a high-fat diet on gut microbiota, intestinal permeability and metabolic endotoxaemia. *Br J Nutr* 2012;108:801-9.
24. Simren M, Barbara G, Flint HJ, et al. Intestinal microbiota in functional bowel disorders: a Rome foundation report. *Gut* 2013;62:159-76.
25. Zhu Y, Li F, Guo GL. Tissue-specific function of farnesoid X receptor in liver and intestine. *Pharmacol Res* 2011;63:259-65.
26. Porez G, Prawitt J, Gross B, et al. Bile acid receptors as targets for the treatment of dyslipidemia and cardiovascular disease. *J Lipid Res* 2012;53:1723-37.
27. Odunsi-Shyanbade ST, Camilleri M, McKinzie S, et al. Effects of chenodeoxycholate and a bile acid sequestrant, colestevlam, on intestinal transit and bowel function. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2010;8:159-65.
28. Wong BS, Camilleri M, McKinzie S, et al. Effects of A3309, an ileal bile acid transporter inhibitor, on colonic transit and symptoms in females with functional constipation. *Am J Gastroenterol* 2011;106:2154-64.
29. Jones BV, Begley M, Hill C, et al. Functional and comparative metagenomic analysis of bile salt hydrolase activity in the human gut microbiome. *Proc Natl Acad Sci USA* 2008;105:13580-5.
30. Abrahamsson H, Ostlund-Lindqvist AM, Nilsson R, et al. Altered bile acid metabolism in patients with constipation-predominant irritable bowel syndrome and functional constipation. *Scand J Gastroenterol* 2008;43:1483-8.
31. Duboc H, Rainteau D, Rajca S, et al. Increase in fecal primary bile acids and dysbiosis in patients with diarrhea-predominant irritable bowel syndrome. *Neurogastroenterol Motil* 2012;24:513-20.
32. Shin A, Camilleri M, Vijayvargiya P, et al. Bowel functions, fecal unconjugated primary and secondary bile acids, and colonic transit in patients with irritable bowel syndrome. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2013;11:1270-5.
33. Ford AC, Lacy BE, Talley NJ. Irritable bowel syndrome. *N Engl J Med* 2017;376:2566-78.
34. Longstreth GF, Thompson WG, Chey WD, et al. Functional bowel disorders. *Gastroenterology* 2006;130:1480-91.
35. Cozma-Petrut A, Loghin F, Miere D, et al. Diet in irritable bowel syndrome: what to recommend, not what to forbid to patients. *World J Gastroenterol* 2017;23:3771-83.
36. Mearin F, Ciriza C, Mínguez M, et al. Clinical practice guideline: irritable bowel syndrome with constipation and functional constipation in the adult. *Rev Esp Enferm Dig* 2016;108:332-63.
37. Mearin F, Lacy BE, Chang L, et al. Bowel disorders. *Gastroenterology* 2016;150:1393-407.
38. Bohn L, Storsrud S, Tornblom H, et al. Self-reported food-related gastrointestinal symptoms in IBS are common and associated with more severe symptoms and reduced quality of life. *Am J Gastroenterol* 2013;108:634-41.
39. McKenzie YA, Bowyer RK, Leach H, et al. British Dietetic Association systematic review and evidence-based practice guidelines for the dietary management of irritable bowel syndrome in adults. *J Hum Nutr Diet* 2016;29:549-75.
40. Portincasa P, Bonfrate L, De Bari O, et al. Irritable bowel syndrome and diet. *Gastroenterol Rep (Oxf)* 2017;5:11-9.
41. Monsbakken KW, Vandvik PO, Farup PG. Perceived food intolerance in subjects with irritable bowel syndrome etiology, prevalence and consequences. *Eur J Clin Nutr* 2006;60:667-72.
42. Berg LK, Fagerli E, Myhre AO, et al. Self-reported dietary fructose intolerance in irritable bowel syndrome: proposed diagnostic criteria. *World J Gastroenterol* 2015;21:5677-84.
43. Vincenzi M, Del Ciondolo I, Pasquini E, et al. Effects of a low FODMAP diet and specific carbohydrate diet on symptoms and nutritional adequacy of patients with irritable bowel syndrome: preliminary results of a single-blinded randomized trial. *J Transl Int Med* 2017;5:120-6.
44. Makharia A, Catassi C, Makharia GK. The overlap between irritable bowel syndrome and non-celiac gluten sensitivity: a clinical dilemma. *Nutrients* 2015;7:10417-26.
45. Durchschein F, Petritsch W, Hammer HF. Diet therapy for inflammatory bowel diseases: the established and the new. *World J Gastroenterol* 2016;22:2179-94.
46. McKenzie YA, Bowyer RK, Leach H, et al. British Dietetic Association systematic review and evidence-based practice guidelines for the dietary management of irritable bowel syndrome in adults. *J Hum Nutr Diet* 2016;29:549-75.
47. National Institute for Health and Clinical Excellence. Irritable bowel syndrome in adults: diagnosis and management. Clinical Guideline (CG61). February 2008. Last update: February 2015. Cited on January 3rd, 2017. Available from: <https://www.nice.org.uk/guidance/cg61/resources/irritablebowelsyndrome-in-adults-diagnosis-and-management-975562917829>
48. Halmos EP. When the low FODMAP diet does not work. *J Gastroenterol Hepatol* 2017;1:69-72.

49. Harvie RM, Chisholm AW, Bisanz JE, et al. Long-term irritable bowel syndrome symptom control with reintroduction of selected FODMAPs randomized controlled trial. *World J Gastroenterol* 2017;23:4632-43.
50. Murray K, Wilkinson-Smith V, Hoad C, et al. Differential effects of FODMAPs fermentable oligo-, di-, mono-saccharides and polyols on small and large intestinal contents in healthy subjects shown by MRI. *Am J Gastroenterol* 2014;109:110-9.
51. Barrett JS, Geary RB, Muir JG, et al. Dietary poorly absorbed, short-chain carbohydrates increase delivery of water and fermentable substrates to the proximal colon. *Aliment Pharmacol Ther* 2010;31:874-82.
52. Ong DK, Mitchell SB, Barrett JS, et al. Manipulation of dietary short chain carbohydrates alters the pattern of gas production and genesis of symptoms in irritable bowel syndrome. *J Gastroenterol Hepatol* 2010;25:1366-73.
53. McKenzie YA, Alder A, Anderson W, et al. British Dietetic Association evidence-based guidelines for the dietary management of irritable bowel syndrome in adults. *J Hum Nutr Diet* 2012;25:260-74.
54. Halmos EP, Power VA, Shepherd SJ, et al. A diet low in FODMAPs reduces symptoms of irritable bowel syndrome. *Gastroenterology* 2014;146:e5.
55. Staudacher HM, Lomer MC, Anderson JL, et al. Fermentable carbohydrate restriction reduces luminal bifidobacteria and gastrointestinal symptoms in patients with irritable bowel syndrome. *J Nutr* 2012;142:1510-8.
56. Böhn L, Störsrud S, Liljebo T, et al. Diet low in FODMAPs reduces symptoms of irritable bowel syndrome as well as traditional dietary advice: a randomized controlled trial. *Gastroenterology* 2015;149:1399-407.
57. Pedersen N, Andersen NN, Vegh Z, et al. Ehealth: low FODMAP diet vs *Lactobacillus rhamnosus* GG in irritable bowel syndrome. *World J Gastroenterol* 2014;20:16215-26.
58. Berg LK, Fagerli E, Martinussen M, et al. Effect of fructose-reduced diet in patients with irritable bowel syndrome, and its correlation to a standard fructose breath test. *Scand J Gastroenterol* 2013;48:936-43.
59. Rao SSC, Yu S, Fedewa A. Systematic review: dietary fibre and FODMAP-restricted diet in the management of constipation and irritable bowel syndrome. *Aliment Pharmacol Ther* 2015;41:1256-70.
60. Hill P, Muir JG, Gibson PR. Controversies and recent developments of the low-FODMAP diet. *Gastroenterol Hepatol* 2017;13:36-45.
61. Gibson PR, Shepherd SJ. Evidence-based dietary management of functional gastrointestinal symptoms: the FODMAP approach. *J Gastroenterol Hepatol* 2010;25:252-8.
62. Halmos EP, Christophersen CT, Bird AR, et al. Diets that differ in their FODMAP content alter the colonic luminal microenvironment. *Gut* 2015;64:93-100.
63. Staudacher HM. Nutritional, microbiological and psychosocial implications of the low FODMAP diet. *J Gastroenterol Hepatol* 2017;32(Suppl. 1):16-9.
64. Parkes GC, Rayment NB, Hudpith BN, et al. Distinct microbial populations exist in the mucosa-associated microbiota of sub-groups of irritable bowel syndrome. *Neurogastroenterol Motil* 2012;24:31-9.
65. Jalanka-Tuovinen J, Salonen A, Nikkilä J, et al. Intestinal microbiota in healthy adults: temporal analysis reveals individual and common core and relation to intestinal symptoms. *PLoS One* 2011;6:e23035.
66. Rajilic-Sotjanovic M, Biagi E, Heilig HG, et al. Global and deep molecular analysis of microbiota signatures in faecal samples from patients with irritable bowel syndrome. *Gastroenterology* 2011;141:1737-801.
67. Deng Y, Misselwitz B, Dai N, et al. Lactose intolerance in adults: biological mechanism and dietary management. *Nutrients* 2015;7:8020-35.
68. Pal S, Woodford K, Kukuljan S, et al. Milk intolerance. Beta casein and lactose. *Nutrients* 2015;7:7285-97.
69. Crittenden RGI, Bennett LE. Cow's milk allergy: a complex disorder. *J Am Coll Nutr* 2005;24(Suppl 6):582S-91S.
70. Arroyo Villarino M, Alcedo González J. Intolerancia a la lactosa: diagnóstico y tratamiento. *JANO* 2004;66:956-60.
71. Hargrove JL, Berdanier CD. Nutrition and gene expression. Boca Raton: CRC Press; 1993.
72. Deng Y, Misselwitz B, Dai N, et al. Lactose intolerance in adults: biological mechanism and dietary management. *Nutrients* 2015;7:8020-35.
73. Zhu Y, Zheng X, Cong Y, et al. Bloating and distention in irritable bowel syndrome: the role of gas production and visceral sensation after lactose ingestion in a population with lactase deficiency. *Am J Gastroenterol* 2013;108:1516-25.
74. Lovell RM, Ford AC. Global prevalence of and risk factors for irritable bowel syndrome: a meta-analysis. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2012;10:e4.
75. Fasano A, Sapone A, Zevallos V, et al. Non-celiac gluten sensitivity. *Gastroenterology* 2015;148:1195-204.
76. McKenzie YA, Bowyer RK, Leach P, et al. British Dietetic Association systematic review and evidence-based practice guidelines for the dietary management of irritable bowel syndrome in adults. *J Hum Nutr Diet* 2016;29:549-75.
77. Makharia A, Catassi C, Makharia GK. The overlap between irritable bowel syndrome and non-celiac gluten sensitivity: a clinical dilemma. *Nutrients* 2015;10:10417-26.
78. Rodrigo-Sáez L, Fuentes-Álvarez D, Álvarez-Mieres N, et al. Enfermedad celíaca en el 2009. *RAPD Online* 2009;32:339-57.
79. Lucendo AJ, García-Manzanares A, Arias A, et al. Coeliac disease in the 21st century: no longer "kids' stuff". *Gastroenterol Res* 2011;4:268-76.
80. Molina-Infante J, Santolaria S, Sanders DS, et al. Systematic review: non-coeliac gluten sensitivity. *Aliment Pharmacol Ther* 2015;41:807-20.
81. Irvine AJ, Chey WD, Ford AC. Screening for celiac disease in irritable bowel syndrome: an update systematic review and meta-analysis. *Am J Gastroenterol* 2017;112:65-76.
82. Tack GJ, Verbeek WH, Schreurs MW, et al. The spectrum of celiac disease: epidemiology, clinical aspects and treatment. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* 2010;7:204-13.
83. Mooney PD, Hadjivassiliou M, Sanders DS. Coeliac disease. *BMJ* 2014;348:1561.
84. García-Manzanares Á, Lucendo AJ, González-Castillo S, et al. Resolution of metabolic syndrome after following a gluten free diet in an adult woman diagnosed with celiac disease. *World J Gastrointest Pathophysiol* 2011;15:35-60.
85. Molina-Infante J, Santolaria S, Montoro M, et al. Non-celiac gluten sensitivity: a critical review of current evidence. *Gastroenterol Hepatol* 2014;37:362-71.
86. Burger JP, De Brouwer B, Int'Hout J, et al. Systematic review with meta-analysis: dietary adherence influences normalization of health-related quality of life in coeliac disease. *Clin Nutr* 2017;36:399-406.
87. Carroccio A, Mansueto P. Response to Molina-Infante et al. *Am J Gastroenterol* 2013;108:451-2.
88. Carroccio A, Mansueto P, Iacono G, et al. Non-celiac wheat sensitivity diagnosed by double-blind placebo controlled challenge: exploring a new clinical entity. *Am J Gastroenterol* 2012;107:1898-906.
89. Molina-Infante J, Carroccio A. Suspected nonceliac sensitivity confirmed in few patients after gluten challenge in double-blind, placebo-controlled trials. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2017;15:339-48.
90. Guandolini S, Polanco I. Nonceliac gluten sensitivity or wheat intolerance syndrome? *J Pediatr* 2015;166:805-11.
91. Barmeyer C, Schumann M, Meyer T, et al. Long-term response to gluten-free diet as evidence for non-celiac wheat sensitivity in one third of patients with diarrhea-dominant and mixed-type irritable bowel syndrome. *Int J Colorectal Dis* 2017;32:29-39.
92. Vázquez-Roque MI, Camilleri M, Smyrk T, et al. A controlled trial of gluten-free diet in patients with irritable bowel syndrome diarrhea: effects on bowel frequency and intestinal function. *Gastroenterology* 2013;144:903-11.
93. Wahnschaffe U, Schulzke JD, Zeitz M, et al. Predictors of clinical response to gluten-free diet in patients diagnosed with diarrhea-predominant irritable bowel syndrome. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2007;5:844-50.
94. Mujagic Z, Ludidi S, Keszthelyi D, et al. Small intestinal permeability is increased in diarrhoea predominant IBS, while alterations in gastrooduodenal permeability in all IBS subtypes are largely attributable to confounders. *Aliment Pharmacol Ther* 2014;40:288-97.
95. Fritscher-Ravens A, Schuppan D, Ellrichmann M, et al. Confocal endomicroscopy shows food-associated changes in the intestinal mucosa of patients with irritable bowel syndrome. *Gastroenterology* 2014;147:1012-20.
96. Biesiekierski JR, Peters SL, Newnham ED, et al. No effects of gluten in patients with self-reported non-celiac gluten sensitivity after dietary reduction of fermentable, poorly absorbed, short-chain carbohydrates. *Gastroenterology* 2013;145:320-8.
97. Vázquez-Roque MI, Camilleri M, Smyrk T, et al. A controlled trial of gluten-free diet in patients with irritable bowel syndrome-diarrhea: effects on bowel frequency and intestinal function. *Gastroenterology* 2013;144:903-11.
98. Elli L, Tomba C, Branchi F, et al. Evidence for the presence of non-celiac gluten sensitivity in patients with functional gastrointestinal symptoms: results from a multicenter randomized double-blind placebo-controlled gluten challenge. *Nutrients* 2016;8:84.
99. Zanini B, Baschè R, Ferraresi A, et al. Randomised clinical study: gluten challenge induces symptom recurrence in only a minority of patients who meet clinical criteria for non-coeliac gluten sensitivity. *Aliment Pharmacol Ther* 2015;42:968-76.
100. Di Sabatino A, Volta U, Salvatore C, et al. Small amounts of gluten in subjects with suspected nonceliac gluten sensitivity: a randomized, double-blind, placebo-controlled, cross-over trial. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2015;13:1604-12.
101. DiGiacomo DV, Tennyson CA, Green PH, et al. Prevalence of gluten-free diet adherence among individuals without celiac disease in the USA: results from

- the Continuous National Health and Nutrition Examination Survey 2009-2010. *Scand J Gastroenterol* 2013;48:921-5.
102. García-Manzanares A, Lucendo AJ. Nutritional and dietary aspects of celiac disease. *Nutr Clin Pract* 2011;26:163-73.
  103. Volta U, Pinto-Sánchez MI, Boschetti E, et al. Dietary triggers in irritable bowel syndrome: is there a role for gluten? *J Neurogastroenterol Motil* 2016;22:547-57.
  104. Zanwar VG, Pawar SV, Gambhire PA, et al. Symptomatic improvement with gluten restriction in irritable bowel syndrome: a prospective, randomized, double blinded placebo controlled trial. *Intest Res* 2016;14:343-50.
  105. Catassi C, Fasano A. Celiac disease diagnosis: simple rules are better than complicated algorithms. *Am J Med* 2010;123:691-3.
  106. Volta U, De Giorgio R. New understanding of gluten sensibility. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* 2012;28:295-9.
  107. Biesiekierski JR, Newnham ED, Irving PM, et al. Gluten causes gastrointestinal symptoms in subjects without celiac disease: a double-blind randomized placebo-controlled trial. *Am J Gastroenterol* 2011;106:508-14.
  108. Shahbazkhani B, Sadeghi A, Malekzadeh R, et al. Non-celiac gluten sensitivity has narrowed the spectrum of irritable bowel syndrome: a double-blind randomized placebo-controlled trial. *Nutrients* 2015;7:4542-54.
  109. Gibson PR, Shepherd SJ. Evidence-based dietary management of functional gastro-intestinal symptoms: the FODMAP approach. *J Gastroenterol Hepatol* 2010;25:252-8.
  110. Catassi G, Lionetti E, Gatti S, et al. The low FODMAP diet: many question marks for a catchy acronym. *Nutrients* 2017;9:292.
  111. Staudacher HM, Whelan K, Irving PM, et al. Comparison of symptom response following advice for a diet low in fermentable carbohydrates (FODMAPs) versus standard dietary advice in patients with irritable bowel syndrome. *J Hum Nutr Diet* 2011;24:487-95.
  112. Staudacher HM, Lomer MC, Anderson JL, et al. Fermentable carbohydrate restriction reduces luminal bifidobacteria and gastrointestinal symptoms in patients with irritable bowel syndrome. *J Nutr* 2012;142:1510-8.
  113. De Roest RH, Dobbs BR, Chapman BA, et al. The low FODMAP diet improves gastrointestinal symptoms in patients with irritable bowel syndrome: a prospective study. *Int J Clin Pract* 2013;67:895-903.
  114. Halmos EP, Christophersen CT, Bird AR, et al. Diets that differ in their FODMAP content alter the colon icluminal microenvironment. *Gut* 2015;64:93-100.
  115. Pedersen N, Andersen NN, Végh Z, et al. Low FODMAP diet vs. Lactobacillus-rhamnosus GG in irritable bowel syndrome. *World Gastroenterol* 2014;20:16215-26.
  116. Chumpitazi BP, Cope JL, Hollister EB, et al. Randomised clinical trial: gut microbiome biomarkers are associated with clinical response to a low FODMAP diet in children with the irritable bowel syndrome. *Aliment Pharmacol Ther* 2015;42:418-27.
  117. Böhn L, Störsrud S, Liljebo T, et al. Diet low in FODMAPs reduces symptoms of irritable bowel syndrome as well as traditional dietary advice: a randomized controlled trial. *Gastroenterology* 2015;149:1399-407.
  118. Whigham L, Joyce T, Harper G, et al. Clinical effectiveness and economic costs of group versus one-to-one education for short-chain fermentable carbohydrate restriction (low FODMAP diet) in the management of irritable bowel syndrome. *J Hum Nutr Diet* 2015;28:687-96.
  119. McIntosh K, Reed DE, Schneider T, et al. FODMAPs alter symptoms and the metabolome of patients with IBS: a randomised controlled trial. *Gut* 2017;66:1241-51.
  120. Peters SL, Yao CK, Philpott H, et al. Randomised clinical trial: the efficacy of gut-directed hypnotherapy is similar to that of the low FODMAP diet for the treatment of irritable bowel syndrome. *Aliment Pharmacol Ther* 2016;44:447-59.
  121. Laatikainen R, Koskenpato J, Hongisto SM, et al. Randomised clinical trial: low FODMAP rye bread vs. regular rye bread to relieve the symptoms of irritable bowel syndrome. *Aliment Pharmacol Ther* 2016;44:460-70.
  122. Valeur J, Røseth AG, Knudsen T, et al. Fecal fermentation in irritable bowel syndrome: influence of dietary restriction of fermentable oligosaccharides, disaccharides, monosaccharides and polyols. *Digestion* 2016;94:50-6.
  123. Eswaran SL, Chey WD, Han-Markey T, et al. A randomized controlled trial comparing the low FODMAP diet vs. modified NICE Guidelines in US adults with IBS-D. *Am Gastroenterol* 2016;111:1824-32.
  124. Major G, Pritchard S, Murray K, et al. Colon hypersensitivity to distension, rather than excessive gas production, produces carbohydrate-related symptoms in individuals with irritable bowel syndrome. *Gastroenterology* 2017;152:124-33.
  125. Hustoft TN, Hausken T, Ystad SO, et al. Effects of varying dietary content of fermentable short-chain carbohydrates on symptoms, fecal microenvi-  
ronment, and cytokine-profiles in patients with irritable bowel syndrome. *Neurogastroenterol Motil* 2016;29:e12969.
  126. Vici G, Belli L, Biondi M, et al. Gluten free diet and nutrient deficiencies: a review. *Clin Nutr* 2016;35:1236-41.
  127. Wild D, Robins GG, Burley VJ, et al. Evidence of high sugar intake, and low fibre and mineral intake, in the gluten-free diet. *Aliment Pharmacol Ther* 2010;32:573-81.
  128. Martínez-Barona S, Lerma JC, Fomes V, et al. Comprehensive analysis of the nutritional profile of gluten-free products compared to their gluten-free counter parts. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2017;64(Suppl 1):741.
  129. Lebowl B, Cao Y, Zong G, et al. Long term gluten consumption in adults without celiac disease and risk of coronary heart disease: prospective cohort study. *BMJ* 2017;357:j1892.
  130. Ciaccio EJ, Lewis SK, Biviano AB, et al. Cardiovascular involvement in celiac disease. *World J Cardiol* 2017;9:652-66.
  131. Bulka CM, Davis MA, Karagas MR, et al. The unintended consequences of a gluten-free diet. *Epidemiology* 2017;28:e24-5.
  132. Davis MA, Mackenzie TA, Cottingham KL, et al. Rice consumption and urinary arsenic concentrations in U.S. children. *Environ Health Perspect* 2012;120:1418-24.
  133. Karagas MR, Choi AL, Oken E, et al. Evidence on the human health effects of low-level methylmercury exposure. *Environ Health Perspect* 2012;120:799-806.
  134. European Food Safety Authority, 2014. Dietary exposure to inorganic arsenic in the European population. *EFSA J* 2014;12(3597):68. DOI: 10.2903/j.efa.2014.3597
  135. Bascuñán KA, Vespa MC, Araya M. Celiac disease: understanding the gluten-free diet. *Eur J Nutr* 2016;56:4449-59.
  136. Infante D, Tormo R. Risk of inadequate bone mineralization in diseases involving long-term suppression of dairy products. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2000;30:310-3.
  137. Abrams SA, Griffin IJ, Davila PM. Calcium and zinc absorption from lactose-containing and lactose-free infant formulas. *Am Clin Nutr* 2002;76:442-6.
  138. Gröber U, Reichrath J, Holick MF. Live longer with vitamin D? *Nutrients* 2015;7:1871-80.
  139. Khayyat Y, Attar S. Vitamin D deficiency in patients with irritable bowel syndrome: does it exist? *Oman Med J* 2015;30:115-8.
  140. Deng Y, Misselwitz B, Dai N, et al. Lactose intolerance in adults: biological mechanism and dietary management. *Nutrients* 2015;7:8020-35.
  141. Shaukat A, Levitt MD, Taylor BC, et al. Systematic review: effective management strategies for lactose intolerance. *Ann Intern Med* 2010;152:797-803.
  142. Lomer MC, Parkes GC, Sanderson JD. Reviewarticle: lactose intolerance in clinical practice. Myths and realities. *Aliment Pharmacol Ther* 2008;27:93-103.
  143. Brewer MS. Natural antioxidants: sources, compounds, mechanisms of action, and potential applications. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 2011;10:221-47.
  144. O'Keefe M, Jansen C, Martin L, et al. Long-term impact of the low-FODMAP diet on gastrointestinal symptoms, dietary intake, patient acceptability, and health care utilization in irritable bowel syndrome. *Neurogastroenterol Motil* 2018;30:e13154.
  145. Martin J, Geisel T, Maresch C, et al. Inadequate nutrient intake in patients with celiac disease: results from a German dietary survey. *Digestion* 2013;87:240-6.
  146. Bingham SA, Welch AA, McTaggart A, et al. Nutritional methods in the European prospective investigation of cancer in Norfolk. *Public Health Nutr* 2001;4:847-58.
  147. Vincenzi M, Del Ciondolo I, Pasquini E, et al. Effects of a low FODMAP diet and specific carbohydrate diet on symptoms and nutritional adequacy of patients with irritable bowel syndrome: preliminary results of a single-blinded randomized trial. *J Trans Int Med* 2017;5:120-6.
  148. Altobelli E, Del Negro V, Angeletti PM, et al. Low-FODMAP diet improves irritable bowel syndrome symptoms: a meta-analysis. *Nutrients* 2017;9:940-59.
  149. Organización Mundial de la Salud (OMS). Resolución WHA51.12. Promoción de la salud. In: 51ª Asamblea Mundial de la Salud, Ginebra, 11-16 de mayo de 1998. Vol. 1. Resoluciones y Decisiones. Anexos. Ginebra: OMS; 1998. pp. 11-3. Documento WHA51/1998/ REC/1.
  150. Organización Mundial de la Salud (OMS). Resolución WHA55.23. Régimen alimentario, actividad física y salud. In: 55ª Asamblea Mundial de la Salud, Ginebra, 13-18 de mayo de 2002. Vol 1. Resoluciones y Decisiones. Anexos. Ginebra: OMS; 2002. pp. 30-2. Documento WHA55/2002/REC/1.
  151. FAO. Conferencia internacional sobre nutrición: elementos principales de estrategias nutricionales. Roma: FAO/OMS; 1992.

152. Cozma-Petru A, Loghin F, Miere D, et al. Diet in irritable bowel syndrome: What to recommend, not what to forbid to patients! *World J Gastroenterol* 2017;23:3771-83.
153. National Institute for Health and Clinical Excellence. Irritable bowel syndrome in adults: diagnosis and management. Clinical Guideline (CG61). February 2008. Last update: February 2015. Cited on January 3rd, 2017. Available from: <https://www.nice.org.uk/guidance/cg61/resources/irritable-bowel-syndrome-in-adults-diagnosis-and-management-975562917829>
154. Dhaliwal S, Hunt R. Doctor-patient for irritable bowel syndrome in primary care: a systematic perspective. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 2004;16:1161-6.
155. Monsbakken KW, Vandvik PO, Farup PG. Perceived food intolerance in subjects with irritable bowel syndrome - Etiology, prevalence and consequences. *Eur J Clin Nutr* 2006;60:667-72.
156. Guo YB, Zhuang KM, Kuang L, et al. Association between diet and lifestyle habits and irritable bowel syndrome: a case-control study. *Gut Liver* 2015;9:649-56.
157. Mira JJ, Guilabert M, Sempere L, et al. Opiniones sobre el proceso asistencial de los pacientes con SII. *Rev Esp Enferm Dig* 2015;107:202-10.
158. Miwa H. Life style in persons with functional gastrointestinal disorders - Large-scale internet survey of lifestyle in Japan. *Neurogastroenterol Motil* 2012;24:464-71.
159. Guo YB, Zhuang KM, Kuang L, et al. Association between diet and lifestyle habits and irritable bowel syndrome: a case-control study. *Gut Liver* 2015;9:649-56.
160. Mearin F, Peña E, Balboa A. Importancia de la dieta en el síndrome del intestino irritable. *Gastroenterol Hepatol* 2014;37:302-10.
161. Lacy BE, Weiser K, Noddin L, et al. Irritable bowel syndrome: patients attitudes, concerns and level of knowledge. *Aliment Pharmacol Ther* 2007;25:1329-41.
162. Wagner EH, Austin BT, Von Korff M. Organizing care for patients with chronic illness. *Milbank Q* 1996;74:511-44.
163. Wagner EH. Chronic disease management: what will it take to improve care for chronic illness? *Eff Clin Pract* 1998;1:2-4.
164. Wagner EH, Davis C, Schaefer J, et al. A survey of leading chronic disease management programs: are they consistent with the literature? *Manag Care Q* 1999;7:56-66.
165. Coleman K, Austin BT, Brach C, et al. Evidence on the chronic care model in the new millennium. *Health Aff* 2009;28:75-85.
166. Barr VJ, Robinson S, Marin-Link B, et al. The expanded Chronic Care Model: an integration of concepts and strategies from population health promotion and the chronic care model. *Hosp Q* 2003;7:73-82.
167. World Health Organization (WHO). Innovative care for chronic conditions: building blocks for action. Global report WHO/NMC/CCH. Geneva: WHO; 2002.
168. Epping-Jordan JE, Pruitt SD, Bengoa R, et al. Improving the quality of health care for chronic conditions. *Qual Saf Health Care* 2004;13:299-305.
169. Nuño R. Atención innovadora a las condiciones crónicas: más necesaria que nunca. *RISAI* 2009;1:1-8.
170. Mearin F, Ciriza C, Minguez M, et al. Guía de práctica clínica: síndrome del intestino irritable con estreñimiento y estreñimiento funcional en adultos. *Rev Esp Enferm Dig* 2016;108:332-63.
171. Halpert A, Dalton CB, Palsson O, et al. National survey on patient educational needs in IBS and development and validation of the Patient Educational Needs Questionnaire (PEQ): what patients know about irritable bowel syndrome (IBS) and what they would like to know. *Am J Gastroenterol* 2007;102:1972-82.
172. Flik CE, Van Rood YR, De Wit NJ. Systematic review: knowledge and educational needs of patients with irritable bowel syndrome. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 2015;27:367-71.
173. Halpert A, Dalton CB, Palsson O, et al. Irritable bowel syndrome patients' ideal expectations and recent experiences with healthcare providers: a national survey. *Dig Dis Sci* 2010;55:375-83.
174. Håkanson C. Everyday life, healthcare, and self-care management among people with irritable bowel syndrome: an integrative review of qualitative research. *Gastroenterol Nurs* 2014;37:217-25.
175. Delgado-Quiñones EG, Cervantes-Sánchez P, Hernández-Calderón J, et al. Irritable bowel syndrome, a condition with an integrated approach. *Rev Med* 2015;4:300-6.
176. Mazzawi T, Hausken T, Gundersen D, et al. Effects of dietary guidance on the symptoms, quality of life and habitual dietary intake of patients with irritable bowel syndrome. *Mol Med Rep* 2013;8:845-52.
177. Ostgaard H, Hausken T, Gundersen D, et al. Diet and effects of diet management on quality of life and symptoms in patients with irritable bowel syndrome. *Mol Med Rep* 2012;5:1382-90.
178. Saito YA, Prather CM, Van Dyke CT, et al. Effects of multidisciplinary education on outcomes in patients with irritable bowel syndrome. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2004;2:576-84.
179. Ringström G, Störsrud S, Posserud I, et al. Structured patient education is superior to written information in the management of patients with irritable bowel syndrome: a randomized controlled study. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 2010;22:420-8.
180. El-Salhy M, Lillebø E, Reinemo A, et al. Effects of a health program comprising reassurance, diet management, probiotics administration and regular exercise on symptoms and quality of life in patients with irritable bowel syndrome. *Gastroenterol Insights* 2010;2:1-6.



## Artículo Especial

### 9.<sup>a</sup> Lección Jesús Culebras: “El valor de la nutrición clínica” 9<sup>th</sup> Jesús Culebras Lecture: “The value of clinical nutrition”

Julia Álvarez Hernández

Sección de Endocrinología y Nutrición. Hospital Universitario Príncipe de Asturias. Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares, Madrid

#### Resumen

La palabra “valor” engloba distintos conceptos, pero probablemente sea la importancia que damos a algo y su utilidad lo que mejor nos acerca conceptualmente a su significado. En este texto se analizan las razones por las que se hace necesario poner en valor la utilidad de la terapia nutricional. El desarrollo de una nueva disciplina, la nutrieconomía, debe ayudarnos a crear valor en nutrición clínica mediante la incorporación de la evaluación económica en su investigación. También se revisan la importancia del análisis económico en la toma de decisiones y, con más detalle, las herramientas de gran utilidad también empleadas en el campo de la economía de la nutrición, como son los estudios de coste de la enfermedad, los de coste-efectividad y los de impacto presupuestario. Se analizan distintos trabajos que nos han permitido avanzar en estos campos en los últimos años. Por último, se analizan las dificultades relacionadas con la financiación de la nutrición en los centros así como la regulación de la nutrición enteral en el ámbito domiciliario. La creación de valor en nutrición clínica es una tarea de todos (profesionales sanitarios, pacientes, gestores e industria farmacéutica).

#### Palabras clave:

Valor. Nutrición.  
Nutrieconomía.  
Análisis económico.  
Coste efectividad.

#### Abstract

The word “value” encompasses different concepts but it is probably the importance we give to something and its usefulness that best brings us conceptually closer to its meaning. In this text we analyze the reasons why it is necessary to value the usefulness of nutritional therapy. The development of a new discipline, Nutrition Economics, should help us to create value in Clinical Nutrition by incorporating economic evaluation into their research. It also reviews the importance of economic analysis in decision-making and in more detail the very useful tools also used in the field of nutrition economics, such as cost-of-disease studies, cost-effectiveness studies and budget impact. We analyze different works that have allowed us to advance in these fields in recent years. Finally, the difficulties related to the financing of nutrition in the centers as well as the regulation of enteral nutrition in the home are analyzed. The creation of value in clinical nutrition is a task for everyone (healthcare professionals, patients, managers and the pharmaceutical industry).

#### Key words:

Value. Nutrition.  
Nutrition economics.  
Economic analysis.  
Cost effectiveness.

Recibido: 11/10/2018 • Aceptado: 11/10/2018

Álvarez Hernández J. 9.<sup>a</sup> Lección Jesús Culebras: “El valor de la nutrición clínica”. Nutr Hosp 2018;35(4):1467-1478

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2341>

#### Correspondencia:

Julia Álvarez Hernández. Sección de Endocrinología y Nutrición. Hospital Universitario Príncipe de Asturias. Carretera Alcalá-Meco, s/n, 28805 Alcalá de Henares, Madrid  
e-mail: [julia.alvarez@movistar.es](mailto:julia.alvarez@movistar.es)

---

## PRESENTACIÓN

---

Querido Presidente de Honor, miembros de la Junta Directiva y del Comité Científico Educacional, socios y no socios de SENPE:

Amigos, los que me conocéis sabéis que llevo a gala pertenecer a esta sociedad. Es para mí un honor poder formar parte de la familia SENPE y hoy lo es muy especialmente porque tengo el privilegio de impartir la 9.<sup>a</sup> Lección Jesús Culebras. Esta circunstancia me hace estar feliz e ilusionada y tremendamente agradecida, a la vez que siento una gran responsabilidad por formar parte de la historia de este premio que se instituyó hace nueve años a propuesta del entonces presidente de SENPE y hoy presidente de la Fundación SENPE, el Prof. García de Lorenzo, y que es un reconocimiento de esta sociedad a la incansable labor del Dr. Culebras, y como en la anterior edición dijo el Dr. Alfonso Mesejo, el premio más importante que otorga esta sociedad, prodiga en premios.

Es difícil glosar el extenso currículum del profesor Culebras, pero permítanme dar unas pinceladas. El Dr. Jesús Culebras, como yo, es madrileño de nacimiento, pero lo que hoy podríamos definir como “un hombre universal”. Desde su formación como cirujano en la Fundación Jiménez Díaz, a principios de los 70, se interesa por la investigación y la asistencia clínica de los pacientes en el campo metabólico nutricional y contacta con los líderes internacionales del momento. Probablemente, uno de los que más le han influido en su carrera fue el profesor Francis Moore. Pero también contacto con figuras relevantes en el campo de la nutrición como Dudrick, Blackburn o Wretlin, nombres que seguro resuenan en los oídos de la gente más joven como resortes en la lucha con la desnutrición relacionada con la enfermedad (DRE) y las iniciativas terapéuticas.

En su vida asistencial como cirujano, fue jefe de sección en el Servicio de Cirugía del Hospital Ramón y Cajal y desde 1979 se trasladó al Hospital Princesa Sofía, actual Hospital de León (Complejo Asistencial Universitario de León), donde ha sido jefe de servicio en activo hasta 2013. La mejor forma que tuvo Jesús Culebras de impulsar la investigación, el conocimiento de estas innovaciones, fue fundando una sociedad científica en 1977, la Sociedad Española de Nutrición Clínica y Metabolismo (SENPE). Este año, en asamblea extraordinaria, la Sociedad ha cambiado de nombre, aunque mantiene sus siglas, y ahora se denomina Sociedad Española de Nutrición Clínica y Metabolismo, pero el Dr. Culebras sigue siendo presidente de honor, amén de ser secretario de la Fundación de la SENPE. Además de fundar la SENPE, ha pertenecido a las juntas directivas de muchas sociedades internacionales como la European Society of Parenteral and Enteral Nutrition (ESPEN), la Surgical Infection Society of Europe (SIS-E), de la que fue presidente en 2012, y la Federación Latinoamericana de Nutrición Parenteral y Enteral (FELANPE), entre otras.

Pero, probablemente, su aportación más interesante a nuestra sociedad ha sido la creación y puesta en valor de la revista *Nutrición Hospitalaria*, que nació como un humilde boletín que no parecía tener mucho recorrido en la difusión científica para terminar convirtiéndose en el órgano de expresión de la SENPE. Su dirección hasta 2015 ha

centrado su atención y yo me atrevería a decir cariñosamente, su obsesión. Todavía recuerdo todas y cada una de las intervenciones de Jesús en el Comité Científico Educacional, en la Junta Directiva, en las asambleas reportando sobre la revista, sus estrategias para conseguir el famoso factor de impacto, la inclusión en las bases bibliográficas, etc. La revista aparece en Index Medicus y Medline, además de en muchas otras bases electrónicas (EMBASE [Excerpta Medica], Chemical Abstracts, CINAHL, Cochrane Plus, EBSCO, Índice Médico Español, preIBECs, IBECs, SENIOR, Redalyc, Scielo, Cancerlit, Toxline, Aidsline y Health Planning Administration) y ha conseguido y renovado su factor de impacto hasta convertirse en la revista científica de nutrición más importante y con mayor difusión en lengua española. El profesor Culebras ha pertenecido también a los comités editoriales de un importante número de revistas internacionales como *Nutrition*, *Clinical Nutrition*, *Journal of Clinical Nutrition and Gastroenterology*, *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* y un largo etcétera. Además, es miembro del Consejo Editorial Iberoamericano y hoy es el director de la revista *The Journal of Negative and No Positive Results*.

Finalmente, quiero recordar que ha impulsado la investigación en nutrición clínica en España y ha recibido más de una docena de premios de sociedades científicas, entre ellos, de la Real Academia Nacional de Medicina y del Ateneo Médico Leonés, del que posteriormente fue presidente, en 1982. Es académico de número por las reales academias de Medicina y Cirugía de Asturias y de Castilla y León. El 20 de septiembre del año pasado tuvo lugar el acto de presentación del libro *Treinta y seis años al frente de una revista científica. Memorias del director de Nutrición Hospitalaria* en la Real Academia Nacional de Medicina de España. Reconozco que fue un acto tremendamente entrañable en el que un importante grupo de amigos pudimos acompañarle y disfrutar de este momento arropado por el presidente de la academia, el presidente de la SENPE, la Fundación SENPE y el actual director de la revista.

Me gustaría destacar de Jesús Culebras su perseverancia y su ilusión. Esa que mueve montañas y consigue proyectar lejos. Y lo digo porque en su prolífica producción científica contamos recientemente con su segunda tesis doctoral, que ha sido presentada el 17 de marzo de 2017: *“La revista Nutrición Hospitalaria en el panorama científico español: origen, desarrollo y difusión”*.

Todo lo que acabo de presentar es una muestra de las aportaciones del Prof. Dr. Jesús Culebras a la comunidad científica y a la SENPE. Por todo este legado que deben conocer los más jóvenes que en los próximos años han de dirigir la SENPE, Jesús, muchas gracias.

---

## EL VALOR DE LA NUTRICIÓN CLÍNICA

---

### INTRODUCCIÓN

---

Si uno accede al Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, la palabra valor se presenta con más de 13 acepciones que hacen referencia a la utilidad y aptitud de las cosas para satisfacer necesidades o proporcionar bienestar o deleite, pasando por otras definiciones como fuerza, actividad, eficacia o virtud de las cosas para producir sus efectos, y un largo etcétera (1).

Se podría decir que, cuando hablamos “del valor de algo”, estamos hablando de la importancia que se le concede a ese algo. Este término podemos utilizarlo en muchos contextos. Así, es posible hablar de valores desde el punto de vista moral, financiero, lingüístico, etc. En general, el término hace referencia a consensos sociales, a la importancia que socialmente se le concede a distintos elementos; no obstante, es posible hacer alusión también a valores personales cuando se considera la importancia que un individuo específico le concede a un acto o a una cosa.

Los que nos dedicamos a la nutrición clínica atribuimos a la misma el máximo valor. Lo damos por seguro. Defendemos que la nutrición clínica es una disciplina joven extremadamente valiosa por su utilidad. Ha sido capaz de desarrollar un cuerpo de doctrina compartida por un importante colectivo multidisciplinar de profesionales que permite mejorar la atención y el cuidado nutricional de los individuos enfermos pero, ¿estamos seguros de que vale tanto como nosotros creemos?

Aunque, según Warren Buffett, prestigioso empresario norteamericano, “el precio es lo que pagas y el valor, lo que recibes”, existe una corriente de opinión que entiende que la terapia nutricional, especialmente la nutrición enteral, nunca ha estado bien valorada, y que incluso se ha devaluado en los últimos años. No podemos olvidar que las nuevas formas de gestión en las distintas comunidades autónomas, con sistemas de compras centralizadas y acuerdos marco que priorizan el precio frente al valor, es decir, el precio frente a la utilidad de la fórmula enteral en cuestión, contribuyen directamente a la devaluación de la terapia nutricional. A lo que yo añadiría que cierta terminología, como la palabra “batido” para referirse al suplemento nutricional, también ha jugado un papel importante en esta devaluación. Las palabras son importantes, se consideran el mayor “contenedor” de significado, por lo que sus modificaciones pueden contribuir a la devaluación del significado del contenido. La utilización de forma cotidiana de esta terminología por profesionales sanitarios, pacientes y el entorno de la industria de la nutrición clínica puede haber contribuido a depreciar el valor del producto nutricional, que poco tiene que ver con la bebida láctea o de helado, batida con batidora, que ofrece el mercado alimentario.

## CREAR VALOR

En mi opinión, la nutrición clínica sí vale tanto como creemos los convencidos defensores de esta disciplina, con una visión integral y de atención a todas las posibles modalidades terapéuticas (dietoterapia, suplementación oral, nutrición enteral y nutrición parenteral). Probablemente no hemos sabido comunicarlo y hacerlo presente en nuestro día a día y por eso en ocasiones se pone en duda por sujetos ajenos al estudio o implementación de esta disciplina en la práctica asistencial. Si echamos la vista atrás, hay muchos aspectos en los que todavía hemos avanzado poco (universalizar el cribado nutricional, dar cobertura a todas las necesidades terapéuticas nutricionales, financiación de la nutrición enteral en todos los pacientes desnutridos con indicación de suplementación oral, etc.). Estas y muchas más constituyen nuestra asignatura pendiente.

Llegados a este punto, considero que se hace, ahora más que nunca, necesario *crear valor* en la nutrición clínica.

Reflexionemos sobre algunos de los aspectos que justifican estos comentarios. Seguro que compartirán conmigo que el mejor ejemplo de esta afirmación es que seguimos teniendo esqueletos en la taquilla del hospital a pesar de que hemos detectado las causas y consecuencias de la DRE (2,3). Es evidente que necesitamos hacer algo más para cambiar las cosas, como proponen sociedades científicas, asociaciones de profesionales y de pacientes o grupos creados *ad hoc* para luchar contra la desnutrición (4-6).

Necesitamos *convencer* con pruebas. En definitiva, necesitamos seguir creando evidencia. Convencer a más profesionales, a decisores políticos, a gestores y, por supuesto, a la población en general, que en gran medida asume que enflaquecer y dejar de comer forma parte del devenir natural de la enfermedad y no puede ser revertido, cuando hoy sabemos que esto no es así y, lo más importante, que podemos prevenirlo. En definitiva, necesitamos reivindicar la utilidad de la nutrición clínica.

No podemos olvidar otro aspecto de interés que debe jugar un papel muy importante en la estrategia de atención nutricional. Me refiero a la transversalidad. La DRE puede aparecer en cualquier paciente, a cualquier edad, acompañando a una enfermedad en cualquier momento de evolución de la misma. La sensibilidad ante esta patología y disponibilidad de medios conseguirá mejores resultados que nos ayudarán a crear valor.

Así, conceptos como transversalidad y utilidad han resultado esenciales en las estrategias de lucha contra la DRE que antes he mencionado.

Llegados a este punto, creo que es importante definir los elementos con los que contamos para crear ese valor como lo haría cualquier empresa al analizar su mercado. En la figura 1 he querido resumir los que, a mi juicio, son determinantes:



**Figura 1.**

Elementos necesarios a considerar en la creación de valor de la nutrición clínica.

- La multidisciplinariedad de los profesionales ligados a esta disciplina que hemos comentado anteriormente permite aumentar la visibilidad y ampliar el espectro de actuación de la disciplina. La SENPE es un buen ejemplo de ello.
- La innovación en la gestión, en la forma de hacer las cosas y en la innovación tecnológica de productos dietoterápicos, de fórmulas de nutrición enteral, de formulación parenteral, de dispositivos nutricionales, etc. Innovación que la mayor parte de las veces, en nuestro ámbito, viene de la mano de la industria, de las compañías del ámbito de la nutrición clínica.
- La creación de riqueza, porque solo creando riqueza creamos valor. Nuestra riqueza es conseguir resultados en salud: menos comorbilidades, menos reingresos, menos estancias prolongadas y, por tanto, menos costes, lo que libera presupuestos para dedicar a otras áreas de planificación sanitaria, lo cual, en definitiva, crea salud.
- La disponibilidad de estudios de costes. El análisis económico debe formar parte siempre de la estrategia de crear valor. Nos ayudará a conocer el escenario macro y microeconómico en el que nos encontramos y permitirá racionalizar el uso de la terapia.
- Los pacientes, protagonistas finales de la atención nutricional. Necesitamos generar información que dé muestras de la utilidad de la atención nutricional, siendo esta circunstancia la que realmente genera valor.

Conocidos los elementos, en nuestra relación con los gestores y la Administración necesitamos posicionar a la terapia nutricional como un actor serio en la financiación competitiva en el cuidado de salud. Dicho de otra manera, debemos conseguir convencer del *valor* de la nutrición clínica en todos los niveles asistenciales y en todos los niveles de gestión, integrando la medicina basada en la evidencia con la medicina coste-efectiva. No solo a nivel macro (Gobierno: política sanitaria central), sino también a nivel meso (instituciones: regulación y política institucional autonómica) y micro (gestión de recursos: práctica clínica asistencial-paciente). Por todo esto, considero que crear evidencia en relación a la eficacia, seguridad y coste-efectividad de la terapia nutricional es el foco de atención para el desarrollo de una gestión sanitaria que consiga poner en valor la disciplina.

## ECONOMÍA NUTRICIONAL

Para crear esta evidencia en cualquier terapia, incluida la nutricional, nos servimos de la investigación clínica. La economía se ha convertido en un área de conocimiento claramente influyente en las políticas de bienestar (entre ellas, las de protección social) y en la gestión, adquiriendo valor creciente en aspectos cruciales como los relacionados con las decisiones clínicas y las preferencias individuales (7). Y dada la creciente presión sobre los decisores políticos y los proveedores de servicios de salud para que obtengan la mayor cantidad posible de beneficios para la salud dentro de un presupuesto limitado, se abre camino cada vez más la incorporación de los parámetros económicos a la investigación. Así, adquieren relevancia los estudios de costes en el análisis

económico que resulta determinante en la toma de decisiones, de tal manera que cuando incorporamos a la investigación clínica los parámetros económicos surge una nueva disciplina: la “economía de la salud”. Esta disciplina se dedica al estudio y análisis de los aspectos económicos de la salud y la asistencia sanitaria. Se centra en los costes (insumos) y las consecuencias (resultados) de las intervenciones de asistencia sanitaria y utiliza las metodologías de la economía trasladadas a otras esferas aplicando las teorías económicas a las prácticas médicas (8).

Uno de los aspectos de mayor interés de esta disciplina es conocer y comprender los resultados finales de las prácticas o intervenciones en el cuidado de la salud. Los estudios de economía de la salud pueden comparar intervenciones en salud en términos de costes y resultados o, dicho de otra forma, evaluar el efecto de las intervenciones sanitarias a estudio sobre los resultados clínicos, humanísticos y económicos.

Pero, ¿por qué es ahora cuando vivimos este *boom* de la economía de la salud? Seguro que compartirán conmigo que en muchas ocasiones no somos capaces de valorar lo que tenemos hasta que lo hemos perdido. Por eso, en tiempo de escasez, en plena crisis económica, arranca con fuerza el desarrollo de una disciplina como esta. En la tabla I se recogen algunas evidencias que también contribuyen a su desarrollo.

Pues bien, la nutrición clínica no es ajena a esta corriente, de tal manera que la fusión conceptual entre nutrición y economía de la salud acuña el término “economía de la nutrición” o “nutri-economía”. Hablar de economía de la nutrición resulta ser una propuesta novedosa, liderada por profesionales internacionales expertos en nutrición agrupados en el ISPOR Nutrition Economics Special Interest Group (9). La economía nutricional, como su nombre indica, resulta de la fusión de las disciplinas de economía y nutrición para evaluar el impacto de la nutrición en la salud y la enfermedad, y para ilustrar los aspectos sanitarios y económicos de los cambios específicos en las recomendaciones nutricionales y nutricionales diarias a través de la rentabilidad. La economía nutricional se define como “una disciplina dedicada a investigar y caracterizar los resultados económicos y de salud en la nutrición para el beneficio de la sociedad”. Este creciente campo de investigación se centra en la interdependencia entre los hábitos

**Tabla I. Factores implicados en el desarrollo de la economía de la salud**

Aumento de demanda y expectativas de la asistencia sanitaria
Recursos financieros cada vez más limitados
Universalidad del problema
Aumentos de costes de atención sanitaria: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Creciente aumento de la población mayor</li> <li>– Aumento de la prevalencia de enfermedades crónicas</li> </ul>
Existe una presión para controlar el gasto y proporcionar la atención de calidad
Aumento de la competencia por las asignaciones financieras de los gobiernos

nutricionales, la salud y los gastos públicos. Es compatible con la nutrición, la economía de la salud y el desarrollo de políticas de salud basadas en la evidencia. Aumentará la comprensión del impacto de la nutrición en los resultados de salud y de su efecto monetario absoluto y relativo.

## **ANÁLISIS ECONÓMICO Y NUTRICIÓN CLÍNICA**

La evaluación económica de tecnologías sanitarias resulta ser una herramienta válida en la evaluación de la asignación de recursos sanitarios, imprescindible en economía de la salud. Los protagonistas en la evaluación económica son los estudios de costes, con especial interés los estudios de coste de la enfermedad, los estudios de coste efectividad y los estudios de impacto presupuestario.

### **ESTUDIOS DE COSTE DE LA ENFERMEDAD**

El coste de una enfermedad se entiende como el beneficio que obtendría la sociedad si la enfermedad fuese erradicada o como el límite máximo de beneficio que se consigue con su prevención. Los estudios de coste de la enfermedad tienen como objetivo cuantificar monetariamente los efectos que produce la enfermedad en el bienestar de una sociedad. Este tipo de estudios suelen despertar interés entre clínicos, gestores y decisores políticos.

Los costes que se evalúan en este tipo de intervenciones son de tres tipos: directos, indirectos e intangibles. Los costes directos son los que se asocian al valor de los recursos sociales que se utilizan como consecuencia de la enfermedad. Los costes indirectos intentan representar la pérdida que provocan sobre el aparato productivo, la mortalidad y la morbilidad de la enfermedad que se esté estudiando. Por último, los costes intangibles son los asociados a la pérdida de bienestar de los pacientes y familiares y no se suelen incluir en los análisis económicos por las dificultades que implica su medición (8).

En el ámbito de la nutrición clínica, disponemos de estudios que analizan el coste de la desnutrición relacionada con la enfermedad en distintos ámbitos sanitarios, si bien los estudios más relevantes son los que se han realizado en el ámbito hospitalario. Son muchos los estudios en los que históricamente han participado y que han liderado muchos miembros de SENPE (10-15). Todos trasladan cifras muy similares a las encontradas en la literatura científica de países de nuestro entorno. Entre el 30% y el 50% de los pacientes ingresados en un centro hospitalario están desnutridos. Estas cifras varían dependiendo de la población estudiada, edad, tipo de patología, herramienta utilizada en la realización del cribado nutricional o la metodología llevada a cabo en la valoración nutricional entre otras cosas.

Con el doble objetivo de conocer la prevalencia de DRE en hospitales españoles y estimar los costes asociados a la misma, la SENPE lideró en 2009, con el patrocinio de Nestlé Health Science, el Estudio de Prevalencia y Costes Asociados de la Desnutrición Hospitalaria en España (PREDYCES) (16). Se trata de un estudio

realizado en 31 hospitales representativos de la red sanitaria pública española y que incluye a más de 1.700 pacientes, lo que podríamos considerar un logro colectivo de los miembros de esta sociedad. Los resultados mostraron que uno de cada cuatro pacientes ingresados en un hospital español presentaba DRE evaluada mediante NRS 2002 (23,7%) y sus costes aumentaban un 50% adicional. La foto nos permitió reconocer que los pacientes oncológicos, con patología del sistema respiratorio y del cardiovascular eran los tres grupos con mayor prevalencia de DRE entre los pacientes ingresados en nuestros hospitales. Además, el análisis multivariante mostró que la edad, el género, la presencia de enfermedad oncológica, diabetes mellitus o disfagia y la polimedicación fueron los factores principales que se asociaron a la presencia de desnutrición.

Sin embargo, en mi opinión, uno de los mensajes más relevantes que nos muestra este estudio es que el 9,6% de los individuos que no ingresan desnutridos se desnutren durante la estancia hospitalaria y que los pacientes desnutridos duplican la estancia hospitalaria, con un coste adicional de 5.829 euros por paciente. Estos datos significarían que por cada 1.000 ingresos anuales en un hospital, 96 pacientes empeorarían su estado nutricional, lo que produciría un gasto adicional de 559.584 euros anuales.

En esta línea, entendemos que es muy importante conocer las macrocifras del problema. Así, las consecuencias económicas de la DRE han sido descritas en varios países como Reino Unido, Alemania, Holanda o Irlanda. Los datos apuntan a que los costes de la desnutrición varían entre 15.000 millones y 1.400 millones (18,19).

El estudio PREDYCES nos ha permitido en España hacer una estimación de lo que le cuesta la enfermedad al Sistema Nacional de Salud (SNS). Pues bien, considerando los pacientes ingresados en centros hospitalarios durante 2009, la cifra asciende a 1.143 millones de euros (20). Los resultados muestran que los individuos más costosos, como hemos comentado anteriormente, son los que se desnutren durante su estancia hospitalaria. Las comunidades autónomas con mayor porcentaje de estos pacientes son Castilla y León (17,1%), Madrid (12%) y Cantabria, con un 10,8%. Esta información resulta ser una interesante tarjeta de visita en nuestra interlocución con los decisores políticos.

### **ESTUDIOS DE COSTE-EFECTIVIDAD**

Conocido el coste de la enfermedad, parece imprescindible prevenirla y tratarla. Probablemente uno de los retos más importantes en sanidad es definir nuestra apuesta terapéutica. Como ya hemos comentado, la incorporación de la evaluación económica de los distintos tratamientos es una herramienta útil en la toma de decisiones. Para todo esto nos servimos de los estudios de costes. Se distinguen varios tipos de interés en el análisis económico:

- *Estudios de coste-minimización o coste-identificación*: se aplican cuando queremos valorar dos opciones de precio diferente para un resultado clínico igual.
- *Estudios de coste-efectividad*: comparan intervenciones que obtienen resultados similares.

- *Estudios de coste-utilidad*: es al anterior pero utilizando instrumentos de evaluación de calidad de vida. Se incorpora en estos estudios de coste-utilidad el concepto de años de vida ajustados a calidad (AVAC), por lo que puede compararse intervenciones diferentes. Suelen ser estudios más complicados de realizar.
- *Estudios de coste-beneficio*: valoran los costes y los beneficios de las diversas alternativas posibles, tanto diagnósticas como terapéuticas, y se miden en unidades monetarias para homogeneizarlas. Son estudios difíciles de realizar porque existen dificultades para establecer cómo evaluar y valorar los beneficios existentes (directos, tangibles, intangibles, etc.), ya que no sabemos cómo valorar muchos de ellos porque no hay un mercado monetario.

De todos estos, son los estudios de coste-efectividad los utilizados más frecuentemente en la toma de decisiones para una elección terapéutica.

Parece razonable pensar que siempre decidiremos considerando el coste de la intervención y la respuesta terapéutica. El caso dominante, es decir, el que ofrece las mejores ventajas, es el que tiene el menor coste y aporta los mayores beneficios. Por el contrario, el peor caso es el más costoso con los peores beneficios. En ambos la toma de decisiones es fácil. Pero el caso que más nos interesa analizar es aquel que genera la dificultad en la toma de decisiones, es decir, el que ofrece los mejores beneficios pero de mayor coste. Los dos conceptos más interesantes para la toma de decisiones es cuánto estamos dispuestos a pagar por un AVAC y cuál es el ICER (la razón de coste-efectividad incremental) o, lo que es lo mismo, el balance entre el beneficio adicional obtenido y el coste adicional necesario con la nueva intervención:

$$\frac{\text{Coste}_{\text{Nueva opción}} - \text{Coste}_{\text{Opción referencia}}}{\text{AVAC}_{\text{Nueva Opción}} - \text{AVAC}_{\text{Opción referencia}}}$$

El ICER resulta ser un elemento fundamental en el análisis económico que inclina la balanza hacia uno u otro tratamiento. En el fondo, en una buena gestión el interés está en conseguir los mejores resultados con los recursos adecuados.

Recientemente, el grupo de expertos de ESPEN Nutrition Education Study Group (NESG) ha realizado una revisión sistemática sobre la eficacia y la efectividad de la terapia nutricional siguiendo metodología Cochrane (22). La evidencia científica ha permitido evaluar el impacto de la DRE en la morbilidad, mortalidad y estancia hospitalaria, así como conocer el impacto en variables clínicas de la terapia nutricional. Pero de lo que tenemos menos información es de los resultados de la terapia nutricional en términos de nutrieconomía. Por eso, en esta revisión los autores se preguntan si son capaces, con la evidencia científica disponible, de dar respuesta a cuatro cuestiones:

1. Si la desnutrición es un factor predictivo independiente para la readmisión a los 30 días del alta del hospital.
2. Si el tratamiento nutricional reduce el riesgo de reingreso hospitalario a los 30 días del alta.
3. Si el tratamiento nutricional es coste-efectivo/reduce los costes de los pacientes hospitalizados.

4. Si el tratamiento nutricional es coste-efectivo/reduce los costes en pacientes ambulatorios.

Las herramientas de economía de la salud nos ayudan a dar respuestas a estas preguntas que se nos antojan pertinentes. Tras la revisión de la literatura, los autores priorizan una serie de reflexiones que me gustaría compartir. La primera es que necesitamos aprender a definir mejor los criterios que utilizamos para diagnosticar la desnutrición porque esto afecta a la comparación de resultados. Este es un punto de gran interés. El grupo GLIM de ESPEN acaba de publicar su consenso (22), lo que permitirá poder hacer comparaciones entre estudios si todos utilizamos los mismos criterios para definir la DRE. En segundo lugar, necesitamos estandarizar los procedimientos y, en tercer lugar, necesitamos estandarizar las poblaciones a estudio.

Como hemos visto anteriormente, la incorporación de los estudios de coste añaden valor a la investigación clínica en nutrición. Así, en la revisión de la literatura científica buscamos la respuesta a dos preguntas: qué medidas de intervención nutricional son coste-efectivas y si una determinada intervención merece la pena (23).

Aunque en los años 90 comenzaron a aparecer algunos estudios que incorporaban la evaluación económica a la investigación clínica, esta resultó ser una práctica testimonial. La incorporación de los estudios de costes a la literatura científica en nutrición es relativamente más reciente. Sin embargo, de esa primera época tenemos algunos ejemplos de interés como el estudio clásico realizado hace 15 años en 19 hospitales de Georgia (Estados Unidos) por un grupo de economistas y gestores hospitalarios que revisaron el consumo de recursos en hospitales con equipo de soporte nutricional/servicio de nutrición clínica o sin él. Incluyeron en el estudio a 2.337 pacientes con una estancia media de más de siete días. Evaluaron a 1.767 pacientes, de los que el 94% presentaba algún criterio de riesgo de desnutrición o desnutrición. Calificaron la atención al paciente como de baja, media y alta calidad del cuidado nutricional (baja calidad nutricional: intervención nutricional tardía o no intervención, infrecuente presencia de servicio de nutrición clínica, uno o combinación de varios factores; calidad nutricional media: precoz intervención nutricional o frecuentes servicios de cuidado alimentario, uno u otro pero no ambos; calidad nutricional alta: intervención precoz, aumento de aportes, suplementación, nutrición artificial si fuese necesario, monitorización y ajuste terapéutico). Los resultados mostraron que el balance era positivo a favor de los hospitales que contaban con atención nutricional de alta calidad. Si esta se hubiera aplicado a todos los pacientes en riesgo de desnutrición o desnutridos en los hospitales analizados, se habrían ahorrado costes de 1.778.143 dólares (24).

Este estudio analizó los posibles ahorros que podemos alcanzar cuando se evita la desnutrición. Existen evidencias a considerar que muestran los beneficios en salud que supone una adecuada nutrición de los pacientes hospitalizados. En general, los pacientes bien nutridos tienen menos complicaciones en comparación con los malnutridos. La repleción nutricional ha demostrado evidencias a la hora de reducir el riesgo de UPP, infecciones y cargas de enfermedad y de reducir muertes (3,17).

Una de las intervenciones de cuya utilidad estamos más convencidos es el cribado nutricional. La identificación de sujetos en riesgo a los que podamos tratar desarrollando planes de atención nutricional individualizada es una realidad conveniente y necesaria. Una de las sociedades más activas en esta propuesta es la holandesa, con Hienke Kruzienga al frente. Con la creación del *steering group* de lucha contra la DRE llevan trabajando desde 2003 para mejorar la situación de los hospitales de los Países Bajos. En 2005, este grupo demostró que la inversión de 75 euros en la realización del cribado nutricional mediante la herramienta Screening Nutritional Assessment Questionary (SNAQ) permite ahorrar un día de estancia hospitalaria, lo que supone un ahorro de entre 337 y 476 euros, el coste del ingreso en un hospital periférico o universitario respectivamente (25). Este mismo grupo ha publicado recientemente los resultados de la implementación del cribado nutricional en los hospitales holandeses. En sus resultados muestran que, en más de medio millón de pacientes (564.053), con un cribado nutricional positivo prolongaban su estancia hospitalaria en 1,4 días (26).

Desde hace años parece que en demasiadas ocasiones nos enredamos en eternas discusiones sobre la mejor herramienta de cribado nutricional de entre los más de 70 métodos recogidos en la literatura (27). En mi opinión el *quid* de la cuestión no está en la herramienta que utilicemos para cribar. Elijan el cribado que elijan, validenlo y utilícenlo, pero después hagan algo, aunque sea comprobar que otros en su centro lo hacen. El *quid* es hacer algo que permita evitar la DRE en los pacientes identificados en riesgo o desnutridos. Por esto es importante verificar lo que hacemos, ya que si no implementamos la atención nutricional, el impacto económico se derivará al lado del gasto en la cuenta de beneficios. En este caso, la pregunta a responder es si tener estandarizada en el centro una herramienta de cribado nutricional validada supone una mejora en el cuidado nutricional. Un estudio reciente de Eglseer D y cols. (28) ha evaluado la asociación entre el uso de guías clínicas y herramientas de cribado validadas y la prevalencia de desnutrición e intervenciones nutricionales en pacientes hospitalizados. Los resultados de la evaluación de 53 hospitales (5.255 pacientes) demostraron que la utilización de cribados validados es muy pobre en los hospitales estudiados, en los que el estado nutricional era valorado generalmente por observación clínica o medida del índice de masa corporal (IMC). El estudio sugiere que la utilización de herramientas de cribado nutricional validadas se asocia a un mejor cuidado nutricional y a menor prevalencia de desnutrición en los pacientes hospitalizados.

El grupo de Ockenga (29), en Alemania, realizó un análisis coste-efectividad en otro grupo de pacientes ambulatorios con enfermedades digestivas randomizando los pacientes al alta a recibir consejo nutricional con o sin suplementación oral (SON). El IMC medio de los pacientes era de 21 kg/m<sup>2</sup> y los pacientes presentaban una valoración subjetiva global grado B o C. Las utilidades del estado de salud no fueron diferentes en la evaluación basal entre los pacientes del grupo de intervención y los del grupo de control, aunque aumentaron durante el estudio. La mejora media fue significativamente mayor en los pacientes del grupo de intervención (0,128 [IC: 0,095-0,161] frente a 0,067 [IC: 0,031-

0,103]), lo que se tradujo en utilidades significativamente mayores para el estado de salud que en los pacientes de control después de tres meses. La intervención se asociaba a un incremento de los costes (ICER: 9.497 y 12.099/QALY adicionales, respectivamente). La diferencia resultante en los AVAC (0,045) se decantó a favor de los pacientes del grupo de intervención. Esta ganancia puede interpretarse como otros 16 días al año de calidad de vida plena. Según el escenario económico, se considera rentable en los umbrales internacionales < 50.000 euros/QALY. Los investigadores concluyen que la intervención con suplementos orales aumenta la calidad de vida en pacientes desnutridos. Este tratamiento resulta ser coste efectivo de acuerdo al "*benchmarking*" internacional.

Una reciente revisión sistemática sobre el coste efectividad de la utilización de suplementos orales en los centros hospitalarios confirma una reducción del 35% de complicaciones y una reducción de estancia hospitalaria de dos días con esta intervención. Igualmente, se muestran datos de reducción de estancia hospitalaria, lo que implica unos ahorros netos a favor de la utilización de SON en la intervención nutricional en el ámbito hospitalario (30). Los estudios de intervención nutricional con suplementación oral realizados en el ámbito hospitalario y en el ámbito comunitario han demostrado que esta intervención es coste-efectiva y se traduce en un ahorro siempre. Las cifras son variables según los estudios en relación a la población estudiada (tipo de paciente, patología ámbito asistencial, etc.) y tipo de centro o país, pero, en cualquier caso, siempre han supuesto un ahorro con repercusiones económicas importantes (22,31).

En esta misma línea se posiciona el estudio Philipson (32). Se trata de un trabajo de gran relevancia por el volumen de sujetos estudiados y los resultados encontrados. Se analizan los datos de 724.027 pacientes que siguieron terapia con SON durante sus episodios de hospitalización, que suponen el 1,6% de los 43.968.567 ingresos entre 2000 y 2011 en Estados Unidos. El uso de SON comporta una disminución del 21,0% en la duración de la estancia (menos de 2,3 días). La tasa de reingresos a los 30 días se redujo un 6,7% y también se evidenció una reducción del 21,6% en el coste por episodio. Cada dólar gastado en suplementos produciría un ahorro neto de 53,63 \$ del coste de episodio.

Recientemente, se ha publicado una revisión sistemática sobre evaluaciones económicas de la nutrición enteral en el manejo de la DRE (33). Aunque inicialmente se valoraron 481 estudios, en la revisión final solo se incluyeron ocho estudios (considerados de alta calidad mediante el instrumento Quality of Health Economic Studies [QHES]). No fue posible realizar un metaanálisis por la diversidad de las intervenciones nutricionales y de los métodos utilizados para la evaluación económica. Los resultados incluyeron los ahorros de costes (n ¼ 3), sin costes adicionales significativos por unidad de mejoría clínica y/o funcional (n ¼ 1) o costes significativamente mayores por unidad de mejoría clínica y/o funcional, pero aún coste-efectivo para el umbral utilizado (n ¼ 4). Esta revisión muestra que el uso de la nutrición médica enteral en el tratamiento de la DRE puede ser eficiente desde una perspectiva económica-sanitaria.

No podemos dejar de mencionar el estudio NOURISH (34), por su diseño y la relevancia de las conclusiones. Este estudio ha supuesto un paso más allá dando respuesta a una pregunta clínica que nos permite incidir sobre el coste-efectividad de una intervención: si la intervención nutricional puede reducir la mortalidad. El estudio NOURISH trata de evaluar el efecto de un suplemento nutricional especializado, hiperproteico y con hidroximetilbutirato (HMB) en pacientes mayores con desnutrición hospitalizados, con alto riesgo de reingreso en 30 días en los resultados tras el alta hospitalaria (reingreso no electivo y mortalidad). Se trata de un estudio multicéntrico, prospectivo, aleatorizado, doble ciego y controlado con placebo de grupos paralelos. Se realizó en el periodo de mayo de 2012 a octubre de 2014 en 119 centros hospitalarios de Estados Unidos. En su diseño se describe como objetivo primario el reingreso a los 90 días y la mortalidad y como objetivos secundarios, la readmisión a los 30 y 60 días, la mortalidad a los 30 y 60 días, la duración de la estancia hospitalaria, la calidad de vida, la concentración de vitamina D y el estado nutricional (determinado por la valoración subjetiva global). Los criterios de inclusión y exclusión fueron muy rigurosos y el diseño del estudio, muy cuidado. El perfil de pacientes era de mayores de 65 años con DRE medida según valoración global subjetiva y que hubieran sido hospitalizados debido a fallo cardiaco, infarto agudo de miocardio, neumonía o EPOC. Todos los sujetos fueron incluidos (aleatorizados) en el estudio dentro de las 72 horas de hospitalización. Se administró un suplemento y se realizaron visitas a domicilio o llamadas telefónicas semanales y se cumplimentó un registro escrito de cumplimiento y uso de recursos por cada sujeto. No hubo diferencias en las características clínicas y demográficas de ambos grupos y tampoco se observaron diferencias entre los grupos en el consumo global del producto. A lo largo del periodo de estudio de 90 días, cerca de un tercio de los pacientes de ambos grupos notificaron cumplimiento  $\geq 75\%$  y aproximadamente el 45% de los pacientes tomaron el producto  $\leq 25\%$ . El estudio evidenció una disminución significativa de la mortalidad en el grupo HP-HMB vs. PCB (4,8% vs. 9,7%, 15 vs. 30) (RR: 0.49, IC 95% 0.27-0.90), con una reducción del 51% de la mortalidad a los 90 días. Es importante recordar que se consiguió una mejora significativa de la tasa de supervivencia, por lo tanto, se consigue un objetivo aún más ambicioso.

Los resultados de este estudio muestran que el NNT (el número necesario para tratar es un estimador del número de pacientes que un clínico necesita tratar para prevenir un efecto adverso o conseguir uno beneficioso) para este suplemento es de 20. Sin considerar la metformina, no conocemos ningún fármaco que se ajuste a estos excelentes resultados. Este es el tipo de estudio que ayuda a crear valor.

La Dra. Ballesteros y cols. han trasladado los datos de NOURISH a nuestra realidad española. La diferencia de costes entre los pacientes tratados con SON (HP-HMB) y el placebo fue de 332,75 euros. Con un horizonte de 90 días, la diferencia de años de vida ganados entre los grupos fue de 0,0096, lo que supuso una razón de incremento de coste-efectividad (ICER) de 34.700,62/años de vida ganados. Con un horizonte a 180 días, un año, dos años, cinco años y toda la vida, los respectivos ICER fueron

13.711,68, 3.377,96, 2.253,32, 1.127,34 y 563,84 años de vida ganados. En definitiva, los resultados demuestran que este tratamiento nutricional durante la estancia hospitalaria y al alta es coste-efectivo, aumenta la supervivencia y reduce los costes marginales.

También se dispone de datos en otros ámbitos. Recientemente Marinos Elia y su grupo han publicado una revisión sistemática sobre la utilización de los suplementos orales en pacientes desnutridos en residencias (36). Demuestran que los suplementos orales en las personas mayores en residencias son coste-efectivos frente a los consejos dietéticos. Estos resultados añaden luz a los pagadores y otros decisores de los cuidados sociosanitarios en la selección terapéutica.

## ESTUDIOS DE IMPACTO PRESUPUESTARIO

Como hemos visto, parece asentado exigir a las propuestas de nuevos tratamientos, además de los criterios clásicos de seguridad y eficacia, el criterio de efectividad, por esto se prodigan en los últimos años los estudios de coste-efectividad.

Por otro lado, el análisis presupuestario se asienta como una herramienta importante en la toma de decisiones, que junto a estos estudios se utiliza para evaluar la financiación y reembolso de nuevos tratamientos y tecnologías sanitarias. Se trata de una estimación cuantitativa previsible de los cambios en el gasto sanitario ligado a una patología concreta o a la atención de un grupo de pacientes concretos tras la introducción de una nueva intervención sanitaria para esta patología o grupo de pacientes. Según Brosa y cols. (37), el análisis presupuestario no es más que definir la diferencia de costes de una enfermedad determinada en un entorno concreto, entre escenarios diferentes de uso de recursos debido a la introducción del nuevo tratamiento en el manejo de dicha enfermedad. Este análisis debe tener en consideración distintos aspectos como población diana, perspectiva temporal, pruebas de eficacia y seguridad clínica de las intervenciones clínicas, distintos escenarios de la implementación, el ahorro a largo plazo y, por supuesto, la inversión de capital, la formación de personal, etc., todos de gran interés, como recogemos en la figura 2. Este tipo de análisis se utiliza comúnmente en países como Canadá o Reino Unido, donde disponen de guías metodológicas para la realización de dichos análisis. Algunos autores españoles llevan años reclamando que los decisores incorporen el análisis presupuestario entre las principales herramientas en la toma de decisiones (37).

En relación con este punto, nos parece que un ejercicio interesante es revisar la propuesta de la guía sobre soporte nutricional en adultos elaborada por el National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE) en 2006. En este documento se hace una aproximación, en nuestra opinión rigurosa y acertada, sobre el impacto económico del abordaje nutricional en Reino Unido, desde las medidas de intervención de cribado hasta las técnicas que pueden resultar más costosas, como la nutrición parenteral. En el informe se revisan los gastos asociados al cribado y la valoración nutricional, la intervención nutricional y la mayor contrata-

**Figura 2.**

Factores a considerar en un análisis de impacto presupuestario.

ción de enfermeras con un coste total de 33 millones de libras. Por otro lado, analizan los ahorros que se pueden obtener por la reducción de los ingresos hospitalarios y por la menor duración de la hospitalización, así como las visitas en Atención Primaria y generalizada, que suponen 45 millones de libras, con un ahorro anual total de 13 millones (38).

Posteriormente, el NICE hizo una actualización de este análisis señalando los costes al aumentar el número de pacientes cribados con el método Malnutrition Universal Screening Tool (MUST) y el número de valoraciones e intervenciones nutricionales. Comparando con los ahorros en los costes sanitarios, se obtendría un ahorro de 71.800 libras por cada 100.000 personas. Cabe esperar que la administración del MUST lleve aproximadamente 3-5 minutos y, por lo general, correría a cargo del personal de enfermería. El coste directo por cribado es de 1,28-1,84 £, dependiendo del entorno. En estos mismos años se actualizó la base de evidencias que sustentan sus guías sobre el soporte nutricional en los adultos y se redactó un estándar de calidad para señalar estándares ambiciosos, aunque alcanzables, de la atención nutricional en el hospital, la comunidad y la asistencia domiciliar que implica el SON, la alimentación por sonda enteral y la nutrición parenteral (39). Adjunto al estándar de calidad había un documento sobre costes que examinaba el impacto presupuestario del cambio de la vía actual de la atención nutricional a una que incorpora las guías clínicas/el estándar de calidad del NICE. Aunque la implementación de la vía propuesta requirió una inversión adicional considerable para permitir la realización adicional del cribado, la evaluación y el tratamiento (con SON, nutrición enteral por sonda y NP) en los entornos hospitalario, comunitario

y domiciliario produjo un ahorro global de costes netos (impacto presupuestario) de 71.800 £ UK (113.800 \$ US; precios de 2012) por 100.000 habitantes de la población general. Con este ahorro de costes netos, el soporte nutricional en los adultos se clasificó en tercer lugar entre todos los ahorros de costes netos calculados debidos a la implementación de las guías clínicas NICE para una amplia variedad de tratamientos para distintas enfermedades. Algunos autores españoles se han preguntado por qué no podemos tener nosotros una agencia como el NICE (40). Sus reflexiones críticas apuntan a que, a pesar de que tenemos capacidad técnica para crear la agencia de evaluación nacional, independiente y vinculante como el NICE, no aplicamos todas las reglas del juego conocidas (valor terapéutico añadido, razón coste-efectividad incremental, impacto presupuestario, reinversión). Asimismo, no rendimos cuentas claras, no somos transparentes en lo que hacemos y dejamos de hacer y no hemos conseguido que en estas decisiones participen todos los afectados por ellas. Sin embargo, se prodiga la creación de agencias de evaluación de tecnología sanitaria en las distintas comunidades autónomas. La cooperación entre las distintas agencias comenzó en 2006 en el marco del Plan de Calidad del Sistema Nacional de Salud. Desde 2012 disponemos de una Red Española de Agencias de Evaluación de Tecnologías Sanitarias y Prestaciones del Sistema Nacional de Salud, que está formada por las agencias o unidades de evaluación públicas de la Administración General del Estado y de las comunidades autónomas (Osteba, Servicio de Evaluación de Tecnologías Sanitarias, Euskadi; AQUAS, Agencia de Calidad y Evaluación Sanitaria, Cataluña; Avalia-t, Unidad de Asesoramiento Científico Técnico de la Axencia de Coñecemento en Saúde, Galicia; AETSA, Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias, Andalucía; IACS, Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud; SESCO, Servicio de Evaluación del Servicio Canario de Salud, Canarias; UETS, Unidad de Evaluación de Tecnologías Sanitarias, Madrid; AETS, Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias del Instituto de Salud Carlos III, Madrid).

Un ejemplo reciente del trabajo de estas agencias es el informe realizado por el Servicio de Evaluación del Servicio Canario de la Salud en el marco de la financiación del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad para el desarrollo de las actividades del Plan Anual de Trabajo de la Red Española de Agencias de Evaluación de Tecnologías Sanitarias y Prestaciones del SNS, sobre *"Disposición a pagar de la sociedad española por un año de vida ajustado por calidad"*, que concluye que no existe un único valor, lo que requiere un análisis más detallado de las razones de las variaciones observadas. Los valores medios estimados de acuerdo a la valoración monetaria del AVAC en este informe son, no obstante, muy similares a los estimados de acuerdo a la perspectiva del coste de oportunidad. Se recomienda, por tanto, emplear el mismo valor umbral de coste-efectividad, estimado en torno a los 20.000 € y los 25.000 €, tanto en situaciones que requieran desinversión dentro del sistema sanitario como en situaciones donde el coste de oportunidad recaiga fuera del sistema sanitario. Por otro lado, se recomienda explorar más en profundidad las diferencias observadas en la valoración social de un AVAC con el fin de valorar si dicha información puede ser

empleada en la fijación de diferentes umbrales de coste-efectividad en contextos no sujetos a desinversión (41).

## **FINANCIACIÓN DE LA TERAPIA NUTRICIONAL**

Como establece el informe sobre "*Disposición a pagar de la sociedad española por un año de vida ajustado por calidad*" anteriormente comentado (41), para poder incorporar la evaluación económica en la toma de decisiones sobre financiación sanitaria es necesario conocer la cantidad máxima que se considera apropiado invertir por unidad de efectividad en salud en el sistema sanitario, es decir, el umbral de coste-efectividad (CE). Existen dos perspectivas para la fijación de un valor umbral: a) el coste de oportunidad de introducir nuevas tecnologías; y b) la valoración monetaria de la sociedad sobre los beneficios en salud. La primera perspectiva tiene en cuenta las restricciones presupuestarias a las que se enfrenta el sistema de salud y su consideración es crucial en contextos donde se debe desinvertir en servicios actualmente prestados con el fin de financiar una nueva tecnología. Sin embargo, este valor no incorpora expresamente las preferencias de la población, aspecto que se deriva de la estimación de la valoración monetaria de la salud por parte de la sociedad.

La financiación de la intervención nutricional, tanto en el ámbito hospitalario como ambulatorio, es una reivindicación histórica en España y en los países de nuestro entorno, pero la realidad es muy heterogénea. Algunas evidencias nos muestran tres posibles escenarios:

- El reembolso no está bien negociado (el caso alemán).
- El reembolso no da cobertura (el caso suizo).
- Hay inequidad en la financiación de la nutrición enteral domiciliaria porque se reembolsa por comorbilidades o enfermedad de base, no por la DRE, y porque se hace una interpretación arbitraria de la norma (el caso español).

En cuanto al *caso alemán*, Ockenga y cols. (41) analizaron la financiación del tratamiento nutricional. Fueron estudiados prospectivamente todos los enfermos que ingresaban en un Departamento de Gastroenterología. De 540 enfermos, 90 tenían desnutrición, con menor BMI y mayor estancia hospitalaria. El estudio hacía hincapié en el tema de la codificación de la DRE por sus consecuencias económicas en la gestión de los centros sanitarios. Gracias a este estudio el porcentaje de informes de alta que identificaban a pacientes desnutridos subió del 4 al 19%. El código diagnóstico cambió en un 27% de los casos. Los autores estudiaron el gasto económico de la intervención nutricional en un subgrupo de 50 pacientes, consejo de dietistas, dietas especiales, suplementos orales, nutrición enteral y nutrición parenteral. El gasto fue de 10.268 € pero el hospital solo recibió 7.869 €. Los datos de este estudio muestran que el reembolso de la desnutrición solo cubre el 75% de los costes directos de las intervenciones nutricionales. No se evalúan los beneficios adicionales de la intervención nutricional, como la reducción de infecciones nosocomiales, la mejoría del cierre de heridas y la reducción de la estancia hospitalaria. De tal manera que si el reembolso acordado para las intervenciones nutricionales está

por debajo del precio real, el hospital sufre una pérdida si lleva a cabo estas intervenciones nutricionales. Por tanto, es fundamental fijar bien las cantidades a reembolsar por estos servicios. Desde un punto de vista económico es mandatorio no solo velar por los cambios en la gestión del reembolso, sino que es imprescindible investigar sobre los costes adicionales de las intervenciones nutricionales. La codificación de la desnutrición consigue mejorar los reembolsos ajustando el balance presupuestario de un centro y los estudios de análisis económicos deberían permitir sentar las bases para establecer las tarifas. Ha sido introducida también como herramienta de financiación en Alemania, Italia, Escandinavia, Portugal e incluso España. En otros países como Francia, Irlanda o Gran Bretaña los grupos relacionados por el diagnóstico (GRD) se utilizan para evaluar las cargas y realizar las planificaciones sanitarias pero no para los reembolsos.

En el *caso suizo*, el estudio reciente de P. Marques-Vidal y cols. (42), realizado en Laussane (Suiza), con uno de los mejores sistemas sanitarios por su gasto en sanidad de 9.752 dólares per cápita, apunta a la necesidad de estructurar bien el registro del cribado nutricional para poder codificar adecuadamente e incluir así la codificación en la cuenta de resultados. El trabajo evidencia que el sistema no da cobertura suficiente para el cuidado y tratamiento de los pacientes en riesgo de desnutrición y desnutridos.

Con respecto al *caso español*, en este punto el entorno hospitalario está fuertemente regulado y la codificación adquiere relevancia al hablar de financiación de los centros. La SENPE y la Sociedad Española de Documentación Médica (SEDOM) han trabajado estrechamente para el desarrollo del boletín de codificación de la desnutrición hospitalaria impulsando la mejora en la codificación de la desnutrición en los centros hospitalarios en toda la geografía española.

Sin embargo, me gustaría reflexionar sobre la regulación de la financiación de la nutrición enteral domiciliaria (NED). En nuestra opinión, se evidencia inequidad porque se reembolsa por comorbilidades o enfermedad de base, y no por la propia desnutrición, y porque se hace una interpretación arbitraria de la norma por los prescriptores y los inspectores médicos.

La NED dispone de normas que regulan su financiación, recogida en la orden ministerial de 11 de junio de 1998 y en el RD 1030/2006 de 15 de septiembre. Se trata de una norma general de mínimos que establecen financiación por patologías, pero echamos de menos que en todos estos años ha faltado el desarrollo en la mayoría de las comunidades autónomas de una definición clara y documentada de su cartera de prestaciones.

Además, me gustaría señalar que el desarrollo tanto de la orden ministerial como del real decreto contradice el espíritu de la norma general, que establece un vínculo necesario en la continuidad asistencial. De tal manera que si un paciente desnutrido con fractura de cadera inicia en el ámbito hospitalario tratamiento con suplementos nutricionales al alta, con la norma en la mano, no le son financiados y, en la mayoría de los casos, debido a la situación socioeconómica del paciente no le resulta posible adquirirlos, lo cual perpetúa la desnutrición a pesar de haber sido demostrado que resulta ser un tratamiento eficaz y coste-eficiente. Es decir, interrumpimos la continuidad asistencial que está en el espíritu de la normativa regulatoria.

Entendemos que se trata de normas que podríamos considerar antiguas, ya que tienen 20 y 12 años respectivamente. En este periodo de tiempo se ha generado suficiente evidencia científica que permite replantear estos aspectos de financiación, como, por ejemplo, que el objetivo de nuestro tratamiento no es tal o cual enfermedad sino, concretamente, la desnutrición, que puede aparecer en el paciente a cualquier edad en el devenir de cualquier enfermedad a lo largo de su historia.

Los datos del Ministerio de Sanidad y Hacienda de 2017 muestran que el gasto farmacéutico registrado es de 16.522,6 millones de euros (6.354,2 corresponden a farmacia hospitalaria y 10.168,4, a gasto de recetas), lo que ha supuesto un incremento de gasto respecto al año anterior del 2,9% (45). Si analizamos el impacto presupuestario de la NED en el SNS con los datos conocidos es del 1,6% en 2017. Es decir, se trata de cifras muy bajas y alejadas de lo que puede suponer el impacto de fármacos como los nuevos quimioterápicos y los biológicos. Podríamos decir jocosamente que estamos hablando del "chocolate del loro".

## REFLEXIONES FINALES

Para finalizar, me gustaría resumir lo esencial de mi exposición en unas cuantas ideas. En el ámbito de la nutrición clínica tenemos que contribuir a potenciar la nutrieconomía. Y lo hacemos incorporando la evaluación económica como parte esencial de la investigación y la innovación en la terapia nutricional para poner en valor su utilidad, como demuestran los estudios de coste de la enfermedad y coste-efectividad de los tratamientos nutricionales y los análisis de impacto presupuestario. Debemos evitar aquellas circunstancias que puedan intervenir en la devaluación (terminología, correcciones del mercado, etc.). Todos somos necesarios para crear valor en nutrición clínica y tenemos la responsabilidad de hacer entre todos una *propuesta de valor* de la terapia nutricional. Este es nuestro destino.

*"Soñar el sueño imposible, luchar contra el enemigo imposible, correr donde valientes no se atrevieron, alcanzar la estrella inalcanzable. Ese es mi destino."* (Don Quijote de la Mancha, Miguel de Cervantes)

Espero, Jesús, que podamos seguir trabajando juntos por la SENPE, por el compromiso de la gente joven que tiene que dar muchas alegrías a esta sociedad que tú fundaste y de la que creo debes sentirte muy orgulloso.

## BIBLIOGRAFÍA

- Diccionario de la Lengua Española. Real Academia Española. Consultado el 1 de octubre de 2018. Disponible en: <http://dle.rae.es/>
- Butterworth CE. The skeleton in the hospital closet. *Nutr Today* 1974;9(2):4-8.
- Norman K, Picahrad C, Lochs H, Pirlich M. Prognostic impact of disease-Related malnutrition. *Clin Nutr* 2008;27:5-15.
- Álvarez J. Cribado nutricional en aras de la eficiencia. *Nutr Hosp* 2018; 35(2):249-51.
- The Dutch Malnutrition Steering Group. Disponible en: <http://www.fightmalnutrition.eu/>
- Alianza Más Nutridos. Disponible en: <http://www.alianzamasnutridos.es/acciones-en-marcha/>
- Asociación de Economía de la Salud. Papel de la economía en la política sanitaria, gestión sanitaria y la práctica clínica. Posición de la Asociación de Economía de la Salud en relación a la necesidad de introducir la economía de la salud en la Formación de Pregrado en Medicina. *Educación Médica* 2007;10(1):26-9.
- Brosa M. Aspectos económicos de la nutrición clínica. En: *Gestión en nutrición clínica*. Álvarez Hernández J, García Luna PP (eds.). Barcelona: Ed. Glosa S.L.; 2009. pp. 239-52.
- Freijer K, Lenoir-Wijnkoop I, Russell CA, Koopmanschap MA, Kruizenga HM, Lhachimi SK, et al. The view of European experts regarding health economics for medical nutrition in disease-related malnutrition. *Eur J Clin Nutr* 2015;1-7. DOI: 10.1038/ejcn.2014.280
- Villalobos Gómez JL, García-Almeida JM, Guzmán de Damas JM, Rioja Vázquez R, Osorio Fernández D, Rodríguez-García LM, et al. Proceso INFORNUT®: validación de la fase de filtro -FILNUT- y comparación con otros métodos de detección precoz de desnutrición hospitalaria. *Nutr Hosp* 2006;21(4): 491-504.
- Planas M, Audivert S, Pérez-Portabella C, Burgos R, Puiggrós C, Casanelles JM, et al. Nutritional status among adult patients admitted to an university-affiliated hospital in Spain at the time of genoma. *Clin Nutr* 2004;23: 1016-24.
- Ballesteros-Pomar MD, Calleja-Fernández A, González-Valdés M, Pintor-de-la-Maza B, Villar Taibo R, Vidal-Casariego A, et al. Clinical and financial implications of disease-related malnutrition in a department of Internal Medicine: prospective cohort study. *Rev Clin Esp* 2016;216(9):468-73.
- Pérez de la Cruz A, Lobo Tamer G, Orduña Espinosa R, Mellado Pastor C, Aguayo de Hoyos E, Ruiz López MD. Desnutrición en pacientes hospitalizados: prevalencia e impacto económico. *Med Clin* 2004;123:201-6.
- Lobo Tamer G, Ruiz López MD, Pérez de la Cruz AJ. Hospital malnutrition: relation between the hospital length of stay and the rate of early readmissions. *Med Clin (Barc)* 2009;132(10):377-84.
- Burgos R, Sarto B, Elío I, Planas M, Forga Mª, Cantó A, et al.; on behalf of the Group for the Study of Malnutrition in Hospitals in Catalonia. Prevalence of malnutrition and its etiological factors in hospitals. *Nutr Hosp* 2012;27(2):469-76.
- Álvarez-Hernández J, Planas Vila M, León-Sanz M, García de Lorenzo A, Celaya-Pérez S, García-Lorda P, et al.; on behalf of the PREDyCES researchers. Prevalence and costs of malnutrition in hospitalized patients: the PREDyCES® Study. *Nutr Hosp* 2012;27(4):1049-59.
- Elia M, Russell C. Redditch, combating malnutrition: recommendations for action. BAPEN 2009. Disponible en: [https://www.bapen.org.uk/pdfs/reports/advisory\\_group\\_report.pdf](https://www.bapen.org.uk/pdfs/reports/advisory_group_report.pdf)
- Freijer K, Tan SS, Koopmanschap MA, Meijers JM, Halfens RJ, Nuijten MJ. The economic costs of disease related malnutrition. *Clin Nutr* 2013;32(1):136-41.
- Rice N, Normand C. The cost associated with disease-related malnutrition in Ireland. *Public Health Nutr* 2012;15(10):1966-72.
- Leon-Sanz M, Brosa M, Planas M, García-de-Lorenzo A, Celaya-Pérez S, Álvarez Hernández JA; Predyces Group Researchers. PREDyCES study: the cost of hospital malnutrition in Spain. *Nutrition* 2015;31(9):1096-2102.
- Muscaritoli M, Krznari Z, Singer P, Barazzoni R, Cederholm T, Golay A, et al. Effectiveness and efficacy of nutritional therapy: a systematic review following Cochrane methodology. *Clin Nutr* 2017;36(4):939-57.
- Jensen GL, Cederholm T, Correia MITD, González MC, Fukushima R, Higashiguchi T, et al. GLIM criteria for the diagnosis of malnutrition: a consensus report from the Global Clinical Nutrition Community. *JPEN* 2018;0:1-9.
- Álvarez Hernández J. Los estudios de costes, herramienta imprescindible en la nutrición clínica del siglo XXI. *Nutr Hosp* 2017;34(2):253-4.
- Smith PE, Smith AE. High-quality nutritional interventions reduce costs. *Health Financ Manage* 1997;51(8):66-9.
- Kruizenga HM, Van Tulder MW, Seidell JC, Thijs A, Ader HJ, Van Bokhorst-de van der Schueren MA. Effectiveness and cost-effectiveness of early screening and treatment of malnourished patients. *Am J Clin Nutr* 2005;82:1082-9.
- Kruizenga H, Van Keecken S, Weijts P, Bastiaanse L, Beijer S, Huisman-de-Waal G, et al. Undernutrition screening survey in 564,063 patients: patients with a positive undernutrition screening score stay in hospital 1.4 d longer. *Am J Clin Nutr* 2016;103(4):1026-32.
- Álvarez J. Cribado nutricional en la asistencia sanitaria, una necesidad ineludible. Nuestra asignatura pendiente. *Endocrinol Diabetes Nutr* 2018;65(7):377-9.

28. Eglseer D, Halfens RJ, Lohrmann C. Is the presence of a validated malnutrition screening tool associated with better nutritional care in hospitalized patients? *Nutrition* 2017;37:104-11.
29. Norman K, Pirlich M, Smoliner C, Kilbert A, Schulzke JD, Ockenga J, et al. Cost-effectiveness of a 3-month intervention with oral nutritional supplements in disease-related malnutrition: a randomised controlled pilot study. *Eur J Clin Nutr* 2011;65(6):735-42.
30. Elia M, Normand C, Laviano A, Norman K. A systematic review of the cost and cost effectiveness of using standard oral nutritional supplements in community and care home settings. *Clin Nutr* 2016;35(1):125-37.
31. Álvarez J, Ballesteros MD, Oliveira G, Rodríguez T. Cuaderno 0. Coste efectividad de la intervención nutricional. ISBN: 978-84-09-04018-6. Disponible en: <http://www.alianzamasnutridos.es/uploads/cuadernos/pdf/>
32. Philipson TJ, Snider JT, Lakdawalla DN, Stryckman B, Goldman DP. Impact of oral nutritional supplementation on hospital outcomes. *Am J Manag Care* 2013;19(2):121-8.
33. Freijer K, Bours MJ, Nuijten MJ, Poley MJ, Meijers JM, Halfens RJ, et al. The economic value of enteral medical nutrition in the management of disease-related malnutrition: a systematic review. *J Am Med Dir Assoc* 2014;15(1):17-29.
34. Deutz NE, Matheson EM, Matarese LE, Luo M, Baggs GE, Nelson JL, et al; NOURISH Study Group. Readmission and mortality in malnourished, older, hospitalized adults treated with a specialized oral nutritional supplement: a randomized clinical trial. *Clin Nutr* 2016;35(1):18-26.
35. Ballesteros-Pomar MD, Martínez Llinàs D, Goates S, Sanz Barriuso R, Sanz-Paris A. Cost-effectiveness of a specialized oral nutritional supplementation for malnourished older adult patients in Spain. *Nutrients* 2018;10(2):246.
36. Elia M, Parsons EL, Cawood AL, Smith TR, Stratton RJ. Cost-effectiveness of oral nutritional supplements in older malnourished care home residents. *Clin Nutr* 2018;37:651-8.
37. Brosa M, Gisbert R, Rodríguez Barrios JM, Soto J. Principios, métodos y aplicaciones del análisis de impacto presupuestario en sanidad. *Pharmacoeconomics Spanish Research Articles* 2005;2(2):65-79.
38. National Institute for Health and Care Excellence (NICE). Nutritional support in adults; 2006. Disponible en: <https://www.nice.org.uk/guidance/cg32>
39. National Institute for Health and Care Excellence (NICE). Implementation Programme. NICE support for commissioners and others using the quality standard on nutrition support in adults. Disponible en: <https://www.nice.org.uk/guidance/qs24/resources/support-for-commissioners-and-others-using-the-quality-standard-on-nutrition-support-in-adults-252372637>
40. Campillo-Artero C, Ortuño V. El análisis de coste-efectividad: por qué y cómo. *Rev Esp Cardiol* 2016;69(4):370-3.
41. Ockenga J, Freudenreich M, Zakonsky R, Norman K, Pirlich M, Lochs H. Nutritional assessment and management in hospitalised patients: implication for DRG-based reimbursement and health care quality. *Clin Nutr* 2005;24(6):913-9.
42. Marques-Vidal P, Khalatbari-Soltani S, Sahli S, Coti Bertrand P, Pralong F, Waeber G. Undernutrition is associated with increased financial losses in hospitals P Marqués-Vidal et al. *Clin Nutr* 2018;37:681.
43. Ministerio de Hacienda de España. Indicadores sobre gasto farmacéutico y sanitario. Disponible en: <http://www.hacienda.gob.es/es-ES/CDI/Paginas/EstabilidadPresupuestaria/InformacionAAPPs/Indicadores-sobre-Gasto-Farmac%C3%A9utico-y-Sanitario.aspx>



## Artículo Especial

### Importancia de los alimentos lácteos en la salud cardiovascular: ¿enteros o desnatados?

*The importance of dairy products for cardiovascular health: whole or low fat?*

Jordi Salas-Salvadó<sup>1,2</sup>, Nancy Babio<sup>1,2</sup>, Manuela Juárez-Iglesias<sup>3</sup>, Catalina Picó<sup>2,4,5</sup>, Emilio Ros<sup>2,6</sup> y Luís A. Moreno Aznar<sup>2,7</sup>;  
en nombre del Foro de Debate sobre Lácteos en España

<sup>1</sup>Universitat Rovira i Virgili. Departament de Bioquímica i Biotecnologia. Unitat de Nutrició Humana. Hospital Universitari Sant Joan de Reus. Reus, Tarragona. <sup>2</sup>CIBER de Fisiopatología de la Obesidad y la Nutrición (CIBEROBN). Instituto de Salud Carlos III. Madrid. <sup>3</sup>Departamento de Bioactividad y Análisis de Alimentos. Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación-CIAL (CSIC-UAM). Madrid. <sup>4</sup>Laboratory of Molecular Biology, Nutrition and Biotechnology (Nutrigenomics and Obesity Group). Universidad de las Islas Baleares. Palma. <sup>5</sup>Instituto de Investigación Sanitaria Illes Balears. Palma. <sup>6</sup>Unidad de Lípidos. Servicio de Endocrinología y Nutrición. Institut d'Investigacions Biomèdiques August Pi i Sunyer. Hospital Clinic. Universidad de Barcelona. Barcelona. <sup>7</sup>Grupo GENUD (Growth, Exercise, Nutrition and Development). Universidad de Zaragoza. Zaragoza

### Resumen

Las guías nutricionales incorporan los lácteos como parte de una dieta equilibrada y saludable. En la mayoría de las ocasiones se especifica que los productos lácteos sean preferentemente bajos en grasa o desnatados. La razón que subyace a esta limitación es el aporte de ácidos grasos saturados (AGS) inherente al consumo de grasa láctea.

Recientemente se ha planteado que valorar los alimentos según el aporte de nutrientes que contienen de forma aislada conlleva a interpretar de forma limitante sus funciones y propiedades. El conocimiento de la matriz alimentaria permite valorar el efecto sobre la salud de los alimentos en su totalidad al considerar, todos los componentes que contiene, y la interacción tras su consumo.

Los productos lácteos son un ejemplo para destacar la importancia de la matriz alimentaria como un determinante del efecto que pueden ejercer los nutrientes del alimento. Los efectos potencialmente nocivos de los AGS sobre la salud cardiometabólica parecen no ser tales cuando se consumen como parte de alimentos con matrices alimentarias ricas en nutrientes como son la leche, el yogur, el queso u otros productos lácteos.

Estudios epidemiológicos de grandes cohortes poblacionales seguidas a largo plazo muestran que el consumo de productos lácteos, especialmente de yogur, no se asocia con un aumento del riesgo cardiovascular. Por tanto, no existen suficientes evidencias científicas para recomendar a la población general el consumo de productos lácteos bajos en grasa o desnatados de forma preferente, en lugar de su versión entera.

#### Palabras clave:

Lácteos. Yogur. Grasa. Matriz alimentaria. Ácidos grasos saturados. Recomendaciones nutricionales.

### Abstract

The nutritional guidelines incorporate dairy products as part of a balanced and healthy diet. In almost all guidelines it is announced that dairy products have to preferably be consumed as non or low-fat version. The reason behind this recommendation is the intake of saturated fatty acids (SFA).

Recently, it has been suggested that building nutritional recommendations according to the nutrient food content, leads to a limiting interpretation of the functions and properties of the consumed food. Lately, the research focus has been shifted towards the study of the food matrix, which allows assessing health effects considering all the components contained in the foods, and their impact in human health.

Dairy products are the perfect example to highlight the importance of the food matrix as a determinant of the effects of nutrients on health. The potentially harmful effects of SFA on cardiometabolic health seem to be different when they are consumed within nutrient-rich foods such as yogurt, cheese or other dairy products.

Epidemiological studies with large population cohorts and long term follow-up show that consumption of dairy products, especially yogurt, is not associated with an increased cardiovascular risk. Therefore, there is not enough scientific evidence to preferentially recommend the consumption of non-fat or low-fat dairy products to the general population, instead of its whole-fat version.

#### Key words:

Dairy. Yogurt. Fat. Food matrix. Saturated fatty acids. Nutritional recommendations.

Recibido: 13/10/2018 • Aceptado: 16/10/2018

Financiación: Los gastos ocasionados de publicación han sido financiados gracias a la contribución del Instituto Danone.

Salas-Salvadó J, Babio N, Juárez-Iglesias M, Picó C, Ros E, Moreno Aznar LA; en nombre del Foro de Debate sobre Lácteos en España. Importancia de los alimentos lácteos en la salud cardiovascular: ¿enteros o desnatados? Nutr Hosp 2018;35(4):1479-1490

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2353>

#### Correspondencia:

Jordi Salas-Salvadó. Unitat de Nutrició Humana. Departament de Bioquímica i Biotecnologia, IISPV. Universitat Rovira i Virgili. C/ Sant Llorenç, 21. 43201 Reus, Tarragona  
e-mail: [jordi.salas@urv.cat](mailto:jordi.salas@urv.cat)

## INTRODUCCIÓN

Las enfermedades cardiovasculares (ECV), pese a los avances en prevención primaria, secundaria y a los tratamientos médicos, siguen siendo la principal causa de morbimortalidad en Europa (1) y en el mundo (2). Este grupo de enfermedades se asocia con otras comorbilidades como la obesidad, la diabetes mellitus tipo 2 (DM2), o el síndrome metabólico (SM), patologías que han aumentado alarmantemente en los últimos años, especialmente en los países desarrollados.

La dieta y el estilo de vida son los principales factores de riesgos identificados y modificables para la prevención de las ECV, especialmente por el impacto que tienen sobre la obesidad, las dislipemias, la hipertensión o la DM2. En cuanto a la dieta, la investigación de las últimas décadas se ha focalizado especialmente en la capacidad que tienen los nutrientes de forma aislada, y en especial las grasas saturadas y el colesterol, en el desarrollo de las ECV, la dislipemia y la obesidad.

La teoría lipídica de la aterosclerosis, base fisiopatológica de las ECV, la enfermedad cardíaca coronaria (ECC) y el accidente vascular cerebral (AVC), postulaba que la ingesta de AGS incrementaba el riesgo de aterosclerosis y sus complicaciones debido a que aumentaban el colesterol plasmático (3). A partir de estos hallazgos se consideraron como negativos para la salud los alimentos ricos en AGS, como algunas grasas tropicales (coco, palma, palmiste, etc.) y la de origen animal (carne, sebo y lácteos).

Durante décadas las guías alimentarias han recomendado evitar la grasa saturada y el colesterol, con el objetivo de reducir el riesgo cardiovascular. En este sentido, uno de los principales alimentos fuente de grasa saturada en la alimentación humana es la leche y los productos lácteos. Por esa razón, las diferentes organizaciones científicas y de salud pública han estado recomendando consumir alimentos lácteos con bajo contenido en grasa. Esto ha podido contribuir a la disminución del consumo de leche y algunos otros productos lácteos que se ha observado en algunos países desarrollados. Sin embargo, la literatura científica de los últimos años pone en duda que exista evidencia robusta para mantener esta recomendación. De hecho, las publicaciones más recientes sugieren que el consumo de productos lácteos, independientemente de su contenido en grasa, se asocia de forma neutra, o incluso beneficiosa con una mejor salud cardiovascular (4-7).

Ante estas controversias, se plantean las siguientes preguntas: ¿se debe mantener la preocupación sobre el consumo de productos lácteos enteros? Para la salud cardiovascular, ¿es mejor consumir lácteos enteros en vez de bajos en grasa? ¿Las recomendaciones dietéticas deben incluir el consumo de lácteos bajos en grasa o desnatados y limitar el consumo de lácteos enteros?

## OBJETIVOS

Revisar la evidencia científica sobre la relación entre el consumo de productos lácteos, grasa láctea y su repercusión sobre la salud cardiovascular.

Consensuar a través de un grupo multidisciplinar de expertos la información que debería trasladarse tanto a profesionales sanitarios como a la población general en relación al consumo de productos lácteos enteros o desnatados.

## LA GRASA DE LOS PRODUCTOS LÁCTEOS

Los productos lácteos como la leche, el yogur y el queso, son alimentos de elevada densidad nutricional que aportan proteínas de alto valor biológico, hidratos de carbono, fundamentalmente en forma de lactosa, además de grasa, vitaminas, incluidas las del complejo B, y minerales como calcio, magnesio, fósforo y zinc. La grasa de los productos lácteos es compleja en su composición y tiene importantes funciones biológicas como, por ejemplo, vehicular las vitaminas liposolubles (A, D, E y K).

La grasa de los productos lácteos se presenta en forma de microglóbulos emulsionados en la fase acuosa, lo que favorece la hidrólisis por las enzimas digestivas. Los glóbulos están rodeados de una membrana de naturaleza lipoproteica con componentes como los fosfolípidos, que atenúan los efectos degenerativos neuronales de la edad y poseen actividad antimicrobiana. Un tercio de los fosfolípidos son esfingolípidos, con actividades biológicas potencialmente beneficiosas para la salud humana y con efectos potencialmente cardioprotectores (8,9).

Los componentes mayoritarios de la grasa de la leche son los triacilglicéridos (TAG), cuyas propiedades dependen de los ácidos grasos que forman parte de su estructura. El alto contenido de la grasa de la leche en AGS (~65%) ha situado este producto entre los primeros en ser sustituidos o eliminados de las recomendaciones dietéticas de las sociedades industrializadas, al relacionar su consumo con un aumento del colesterol total y otros marcadores circulantes de ECV. Sin embargo, existen estudios sobre algunos AGS de la grasa de leche en los que se evidencia que no todos los AGS tienen el mismo efecto sobre las concentraciones de colesterol plasmático.

A diferencia de otras grasas animales, la grasa de los productos lácteos contiene ácidos grasos de cadena corta como el butirico (C4:0) y el caproico (C6:0) y de cadena media como el caprílico (C8:0) y cáprico (C10:0), que constituyen del 8 al 12% del total, en la leche de vaca. En las leches de oveja y cabra, los niveles de ácidos C6:0 a C10:0 son 2-3 veces mayores que en la leche de vaca. Los TAG de estos ácidos grasos de cadena media y corta se hidrolizan y pasan del intestino al sistema circulatorio sin que se produzca una re-síntesis de TAG en los enterocitos. Además, son empleados como fuente de energía rápida, por lo que tienen poca tendencia a acumularse en el tejido adiposo y no tienen efecto sobre las concentraciones de colesterol en sangre (10). El ácido butirico representa además una fuente primaria de energía celular, tiene actividad antiinflamatoria y antimicrobiana, promueve la salud y la integridad intestinal y reduce la carcinogénesis a nivel del colon (11). La presencia en la leche de los ácidos grasos de cadena corta y media es interesante, ya que, además de su efecto neutro sobre la colesterolemia y escaso depósito en tejido adiposo, se han documentado actividades antivirales y antibacterianas (12-14).

El ácido esteárico (C18:0) presente en la grasa de la leche (10-12%) es considerado neutro desde la perspectiva de la salud cardiovascular, aunque es tan efectivo para reducir la colesterolemia como el ácido oleico, también presente en la grasa láctea en concentraciones altas (20-22%) (15). Solo un tercio de los ácidos grasos presentes en la leche, correspondiente a la concentración de los AGS C12:0, C14:0 y C16:0 (láurico, mirístico y palmítico), podrían considerarse no cardiosaludables si se produce de forma aislada un consumo excesivo (13), lo cual no sucede en el conjunto de la grasa de la leche, ni en los productos lácteos completos donde además están presentes las fracciones de minerales y proteínas con ventajas para la salud cardiovascular.

Asimismo, la grasa de los productos lácteos es la principal fuente natural de ácido linoleico conjugado (CLA) en nuestra alimentación, para el que se ha documentado un efecto protector frente a las ECV (16).

La grasa de la leche también contiene un 2% de AGS metil-ramificados con 14 a 18 átomos de carbono. Son componentes bioactivos que representan aproximadamente el 30% de los ácidos grasos del vérnix y tienen actividad sobre la salud intestinal en edades tempranas (17) ya que pueden alcanzar el intestino del feto y promover su colonización por microorganismos (18). Además, a dosis bajas, los AGS metil-ramificados pueden reducir ciertos marcadores inflamatorios en células intestinales humanas (19).

En relación con los ácidos grasos trans (AGT) presentes naturalmente en la leche de mamíferos, la evidencia científica sugiere que el consumo de estos en cantidades moderadas, procedentes de productos de rumiantes, como las presentes en los productos lácteos, no contribuyen a aumentar el riesgo de ECV (20,21). De hecho, el ácido trans-palmitoleato (*trans*-16:1n-7) producido por las bacterias gástricas de los rumiantes, se ha asociado directamente con un menor riesgo de insulino-resistencia, dislipemia aterogénica y DM2 (22). Además, el isómero mayoritario de los AGT de origen natural es el *trans*-11 C18:1, precursor fisiológico del CLA, para el que se han descrito posibles ventajas para la salud (23).

Por otra parte, la grasa de la leche tiene en torno a un 2% de AGS de cadena impar, los mayoritarios son el ácido pentadecanoico (C15:0) y heptadecanoico (C17:0), biomarcadores específicos del consumo de grasa láctea. Su presencia en el plasma sanguíneo se ha sugerido como indicador del consumo de productos lácteos completos. Estudios recientes han asociado esos biomarcadores en plasma o eritrocitos circulantes a una menor incidencia de DM2 (24) y sin incrementar el riesgo de padecer ECV (25,26).

## IMPORTANCIA DE LA MATRIZ ALIMENTARIA

La evaluación del impacto de los alimentos sobre la salud humana se ha basado tradicionalmente en su contenido en nutrientes individuales. Esta aproximación ha supuesto importantes avances en nutrición, ya que ha permitido conocer los efectos de los nutrientes sobre la salud y las consecuencias de su defi-

ciencia, pero también tiene sus limitaciones, ya que supone una simplificación probablemente excesiva de la nutrición. El análisis del efecto real del consumo de un alimento debería contemplar todos los nutrientes que lo componen, así como el efecto de la posible interacción entre ellos. La ciencia de la nutrición está pasando gradualmente de centrarse en nutrientes aislados a considerar cómo todos los nutrientes y otros elementos de un alimento interactúan para promover o prevenir enfermedades. Los alimentos contienen una gran cantidad de nutrientes diferentes en una estructura compleja. Investigaciones recientes muestran que la estructura de los alimentos y la naturaleza de los nutrientes que contienen, así como sus interacciones (es decir, la matriz alimentaria), pueden afectar a la digestión y absorción de nutrientes y modificar así las propiedades nutricionales generales del alimento. Por tanto, la matriz alimentaria puede determinar una relación con marcadores de salud/enfermedad diferente de lo que se esperaría con los nutrientes individuales.

Así, por ejemplo, diversos estudios han mostrado efectos diferentes de los AGS sobre la salud según la fuente alimentaria de la que proceden. Por ejemplo, se ha evidenciado un perfil de riesgo cardiovascular claramente diferente según el hecho de que la fuente de AGS sea de origen cárnico o lácteo, con mayor riesgo cardiovascular asociado al consumo de carne (27).

Los diferentes efectos sobre la salud de alimentos ricos en grasa saturada se pueden justificar principalmente por la diferente composición de AGS entre los alimentos y por el concepto de matriz alimentaria, es decir, el conjunto de nutrientes y no nutrientes presentes en los alimentos y sus relaciones moleculares.

La matriz alimentaria ejerce un papel muy importante en la determinación de los efectos de los productos lácteos sobre la salud y, por tanto, la evaluación del valor nutricional de dichos productos debería considerar la biofuncionalidad de sus componentes, así como las interacciones entre ellos, más que únicamente su contenido en nutrientes individuales (28). De hecho, los productos lácteos representan un paradigma del concepto de la importancia de la matriz alimentaria como determinante de los efectos de los ácidos grasos que contienen. Diversos componentes de la matriz láctea (minerales, proteínas y péptidos, productos de fermentación, etc.), su interacción entre ellos, así como la propia estructura de los glóbulos de grasa, podrían modular los efectos de los AGS contenidos en los lácteos.

## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA MATRIZ ALIMENTARIA DE LOS LÁCTEOS

La matriz tiene influencia en las características del alimento, entre ellas, los aspectos sensoriales, pero también afecta a la digestión del alimento y la absorción de los nutrientes, pudiendo cambiar sus propiedades bioactivas. Es destacable que, en los productos lácteos, los glóbulos grasos están rodeados por una membrana (*milk fat globule membrane* [MFGM]) que puede influir en su digestibilidad y absorción. Esta estructura distingue la grasa de la leche de las demás grasas de origen animal y vegetal (29,30).

El contenido de MFGM difiere entre los productos lácteos y el proceso de batido modifica el tamaño de estos glóbulos dada la coalescencia entre glóbulos, de manera que el tamaño de los glóbulos es superior en la nata que en la mantequilla. Este fenómeno puede justificar el mayor impacto sobre las concentraciones de colesterol total y LDL que se ha detectado con el consumo de mantequilla comparado con el consumo de nata (31). Estos resultados apuntan a un posible efecto de las MFGM sobre la digestión y absorción de la grasa láctea consumida, de forma que las diferencias en la matriz de los alimentos lácteos podrían contribuir a los diferentes efectos sobre la lipemia (28).

## COMPONENTES DE LA MATRIZ ALIMENTARIA DE LOS LÁCTEOS

En el caso de los lácteos, se han identificado diferentes componentes nutricionales con capacidad de modificar la funcionalidad de la grasa contenida en la matriz alimentaria.

### PROTEÍNAS

Las proteínas suponen un componente relevante de la matriz alimentaria de los lácteos. En la leche de vaca, las proteínas representan el 3,3%, siendo el 82% caseína y el 18% restante, proteínas del suero de leche (principalmente  $\beta$ -lactoglobulina, así como  $\alpha$ -lactoalbúmina, seroalbúmina, inmunoglobulinas, lactoferrina, transferrina y otras proteínas y enzimas minoritarias).

Las proteínas lácteas pueden influir en la absorción intestinal de grasa. Se ha observado que, tras una comida rica en grasa, el incremento posprandial de la concentración de triglicéridos plasmáticos depende del tipo de proteínas lácteas ingeridas (32). Por otra parte, también se ha observado que las proteínas del suero de la leche y, en menor grado, la caseína mejoran el perfil lipídico y disminuyen la presión arterial (33), lo que justificaría el efecto hipotensor de los lácteos y la posible contribución a los efectos beneficiosos sobre la salud cardiovascular.

### CALCIO

Los alimentos lácteos se caracterizan por su contenido en calcio, que parece afectar la absorción de grasa: se ha observado que una mayor ingesta de calcio incrementa la excreción fecal de grasa y de sales biliares (34), y también se ha constatado la relación entre una mayor excreción fecal de grasa y la disminución de la lipemia (35).

Entre los posibles mecanismos propuestos para explicar el efecto del calcio sobre la absorción de grasa, se consideran la precipitación del calcio con los ácidos grasos libres, formando jabones, y la precipitación de calcio y fosfato formando estructuras de fosfato de calcio amorfo que pueden retener ácidos grasos libres y ácidos biliares en su superficie, secuestrándolos en la luz intestinal e impidiendo su absorción. Secundariamente, la reduc-

ción en el reciclaje entero hepático de los ácidos biliares implica una mayor síntesis *de novo* en el hígado, que puede resultar también en un descenso del colesterol plasmático.

Comparando las fuentes alimentarias de calcio, se ha descrito que un mayor consumo de calcio procedente de productos lácteos atenúa la lipemia posprandial, mientras que los suplementos de carbonato cálcico no ejercen dicho efecto (36). Estos resultados refuerzan la importancia del efecto interactivo de los componentes de la matriz láctea.

A su vez, el efecto del calcio dietético sobre el metabolismo lipídico, aumentando la lipólisis y reduciendo la lipogénesis en el tejido adiposo, descrito en modelos animales, podría explicar el efecto protector de los lácteos frente a la ganancia de peso que se ha descrito en algunos estudios (37).

### FERMENTOS LÁCTICOS

Los fermentos lácticos son bacterias que están presentes en la matriz alimentaria del yogur y otras leches fermentadas. De hecho, los lácteos fermentados frescos se encuentran entre los principales proveedores de bacterias vivas, que pueden ser importantes para el mantenimiento de la salud intestinal y ejercer un posible efecto modulador del sistema inmune, favoreciendo un estado antiinflamatorio. Además, en presencia de fibra prebiótica tienen la capacidad de favorecer una microbiota intestinal con producción específica de AG de cadena corta y disminuir la recaptación de ácidos biliares. Por este mecanismo, y por la capacidad que tiene los ácidos grasos de cadena corta de reducir la síntesis endógena de colesterol, contribuyen al efecto observado sobre las concentraciones séricas de colesterol total y LDL.

Por otra parte, durante el proceso de fermentación o maduración se producen péptidos bioactivos y aminoácidos de cadena ramificada que podrían estar implicados en la regulación de la insulinemia (mejoran la sensibilidad a la insulina), hecho que podría explicar la menor incidencia de DM2 asociada al consumo de lácteos (38), aunque hacen falta más estudios para obtener conclusiones definitivas.

En resumen, los productos lácteos son heterogéneos en cuanto a estructura física y contenido en nutrientes de interés y sus características pueden depender del proceso de elaboración. Asimismo, todo ello puede determinar que tengan diferentes efectos sobre el metabolismo. Dichos efectos serían más interesantes, en general, para la leche, así como para los productos lácteos fermentados como el yogur y el queso, que pueden contener péptidos bioactivos y ácidos grasos de cadena corta producidos durante el proceso de fermentación y que se han asociado con beneficios variados sobre la salud. En cambio, los efectos sobre la salud parecen ser distintos en el caso de la mantequilla, que está constituida casi exclusivamente por grasa láctea, en la que se ha perdido la organización en glóbulos de grasa y la configuración de la emulsión debido al proceso de batido, por lo que su contenido en proteínas y minerales es notablemente inferior al de la leche entera.

Con todo lo mencionado, parece evidente que las diferentes estructuras de los productos lácteos y los métodos de procesamiento pueden modificar los efectos metabólicos de sus componentes.

## ALIMENTOS LÁCTEOS, OBESIDAD, DIABETES Y SÍNDROME METABÓLICO

Los productos lácteos forman un conjunto de alimentos básicos en la alimentación en todas las etapas de la vida de las personas. El consumo diario de productos lácteos como la leche, el yogur y el queso contribuye a cubrir las necesidades de macro y micronutrientes, y se ha asociado de forma inversa con enfermedades de gran prevalencia como la obesidad, la DM2, la hipertensión arterial (HTA) o el SM.

Con base en la evidencia científica más actual, la percepción del posible efecto perjudicial de los lácteos sobre las ECV y sus factores de riesgo está cambiando. Uno de los artículos pioneros (39) sostiene que los lácteos podrían ser beneficiosos o, al menos, no perjudiciales en la prevención de diversas enfermedades metabólicas crónicas y las ECV. Publicaciones recientes sugieren que el consumo de leche, yogur y queso se asocia de forma positiva o neutra con una mejor salud cardiovascular, independientemente de su contenido en grasa (40).

Actualmente, se dispone de un importante número de estudios que han investigado asociaciones entre el consumo de productos lácteos y de grasa láctea con diferentes factores de riesgo cardiovascular como la obesidad, la DM2 y el SM, algunos de los cuales se describen a continuación.

## CONSUMO DE LÁCTEOS Y OBESIDAD

El consumo de productos lácteos podría percibirse negativamente por el consumidor en relación al peso corporal por una simple asociación entre el aporte energético que contiene la grasa y el incremento de peso. Sin embargo, esta impresión no parece justificarse según la evidencia científica actual.

Valorando las publicaciones recientes, destacan tres revisiones de estudios prospectivos de cohortes que coinciden en sugerir que el consumo de productos lácteos en general y de yogur en particular, independientemente de su contenido en grasa, no se asocia a ganancia de peso, ni a un aumento del riesgo de padecer sobrepeso u obesidad (41-43). Los resultados del estudio de Mozafarian y cols., que valoraron el impacto a largo plazo de los cambios en la dieta y el estilo de vida sobre el aumento de peso en 120.877 hombres y mujeres de las cohortes del *Nurses' Health Study (NHS)* y *Nurses' Health Study II (NHS II)*, y *Health Professionals Follow-up Study (HPFS)* (44) muestran un aumento del riesgo de incremento de peso asociado al consumo de diversos alimentos y, por el contrario, una reducción de peso asociada con el consumo de fruta, verdura, cereales enteros, frutos secos o yogur, siendo la asociación superior con estos dos últimos grupos de alimentos.

A pesar de la falta de ensayos clínicos aleatorizados, la evidencia científica actual derivada de estudios observacionales de

grandes cohortes no apoya que el consumo de lácteos enteros se asocie a un mayor riesgo de padecer un aumento del peso corporal u obesidad.

## LÁCTEOS Y DIABETES MELLITUS TIPO 2

La prevalencia de DM2 en el mundo está en aumento. Se prevé que pasará del 8,3% en 2014 al 10,1% (aproximadamente 592 millones de adultos) en 2035 y se considera una enfermedad relacionada con la dieta y el estilo de vida. La ingesta excesiva de energía se asocia con el desarrollo de obesidad y resistencia a la insulina, factores clave en la fisiopatología de la DM2. Un número cada vez mayor de estudios prospectivos de cohortes sugieren que el consumo de productos lácteos, especialmente de yogur, podría ser útil en la prevención de la DM2.

En los últimos años se han publicado seis metaanálisis de estudios observacionales prospectivos que evalúan el consumo de productos lácteos y la incidencia de DM2. Todos los resultados siguen la misma línea, demostrando una disminución del riesgo de aparición de la DM2 en aquellas personas con un consumo frecuente de productos lácteos, en comparación con aquellas que no los consumen o raramente los consumen (45-50).

Gijsbers y cols. (50) analizaron la dosis-respuesta utilizando 22 estudios observacionales que incluían a 579.000 individuos y 43.118 casos de DM2, y mostraron que el consumo de lácteos en su conjunto y de lácteos bajos en grasa se asociaba inversamente con el riesgo de DM2. Un año más tarde, en un metaanálisis (48) publicado en 2017 se observó que por cada 200 g de lácteos consumidos adicionales hay un riesgo de aparición de DM2 un 3% menor. Por otro lado, ningún otro producto lácteo consumido por separado se asoció con la enfermedad.

Cabe destacar que también existen evidencias científicas que han asociado el consumo de productos lácteos sobre diferentes factores intermedios relacionados con la aparición de la DM2. Una revisión de ensayos clínicos aleatorizados muestra que su consumo carece de efecto sobre la sensibilidad a la insulina, o bien ejerce un efecto beneficioso (51). Por otro lado, en otro estudio donde se administraron dosis pequeñas de proteína de suero de leche antes del desayuno y el almuerzo, se demostró una mejoría de la glucemia posprandial atribuible a la ingesta de la proteína de suero, estimulándose al mismo tiempo la liberación de insulina y aumentando la saciedad en individuos con DM2 (52).

La relación entre el consumo de productos lácteos y la DM2 depende especialmente del tipo de lácteo analizado. La ingesta de yogur ha recibido una atención especial ya que su consumo se ha asociado de forma consistente con un menor riesgo de aparición de DM2 cuando se compara con otros productos lácteos. El metaanálisis de estudios prospectivos que incluyó tres grandes cohortes de hombres y mujeres estadounidenses, el NHS, el NHS II y el HPFS (53), concluyó que una mayor ingesta de yogur se asocia significativamente con un menor riesgo de DM2, que se cifró en una reducción del 18% del riesgo por cada ración de yogur consumida. En cambio, la ingesta de otros productos lácteos y el consumo de lácteos totales no se asociaron de forma apreciable con la incidencia de DM2.

En personas mayores con alto riesgo cardiovascular de la cohorte del estudio PREDIMED, se observaron también asociaciones beneficiosas entre la ingesta de productos lácteos y el riesgo de desarrollar DM2. Concretamente, la frecuencia de consumo de productos lácteos totales (considerando todos los lácteos) y lácteos bajos en grasa se asoció de forma inversa a un menor riesgo de aparición de la enfermedad (54). El consumo de yogur, independientemente de su contenido en grasa, se asoció de forma inversa al riesgo de diabetes incidente, calculándose que el consumo de un yogur (125 g/día) se asociaba con un 33% menor riesgo de desarrollo de DM2 (54).

En un reciente estudio que utiliza modelos estadísticos para analizar las asociaciones que supondrían las sustituciones entre los diferentes tipos de productos lácteos y el riesgo de DM2 se observó, por una parte, que la ingesta de yogur entero en lugar de yogur bajo en grasa, leche baja en grasa, leche entera y suero de leche se asociaba de forma inversa con el riesgo de DM2, mientras que el consumo de yogur bajo en grasa en lugar de yogur entero se asociaba con un mayor riesgo (55).

Por otro lado, en diferentes estudios observacionales también se ha reportado una relación inversa entre los niveles plasmáticos o en eritrocitos de algunos ácidos grasos de cadena impar (C15:0, C17:0), así como de transpalmitoleato, marcadores del consumo de productos lácteos, y la incidencia de DM2 (56-60).

En definitiva, la evidencia actual sostiene que el consumo de productos lácteos, especialmente de yogur, o bien diferentes marcadores de su consumo se asocian de forma inversa con la aparición de DM2. Además, el consumo de lácteos enteros no se ha relacionado con la enfermedad, más bien su consumo se asocia también con una menor incidencia. Por tanto, la literatura científica sugiere que el consumo de productos lácteos, independientemente de su contenido en grasa, se relaciona con una menor incidencia de DM2 y, por tanto, un menor riesgo metabólico de enfermedad cardiovascular. De esa forma, y siguiendo la misma línea en torno al nuevo paradigma de las grasas lácteas, parece ser que no todas son iguales, por lo que los consumidores de productos lácteos, conforme a las recomendaciones y dentro de un patrón de alimentación saludable, podrían incluir lácteos enteros (preferentemente fermentados) en su alimentación diaria.

## LÁCTEOS Y SÍNDROME METABÓLICO

El SM es la presencia concomitante de factores de riesgo de ECV y DM2 en la que se agrupan una presión arterial elevada, alteraciones del metabolismo glucídico y lipídico y obesidad de distribución central. En estudios prospectivos se ha observado que el consumo frecuente de productos lácteos se asocia con una menor incidencia de SM (61-64). Una revisión publicada en 2017 apoya estos resultados y concluye que no hay evidencia que respalde las recomendaciones de salud pública existentes, las cuales limitan el consumo de lácteos para evitar el SM. La misma revisión sugiere que los productos lácteos, particularmente el yogur, pueden ser útiles para prevenir el SM (65). Esta asociación también se ha examinado en el marco del estudio PREDIMED, observándose que, con independencia de su

contenido en grasa, el consumo de yogur se asocia inversamente con la incidencia de SM y sus componentes (66).

A partir de las más recientes investigaciones sobre productos lácteos y SM, no existe evidencia epidemiológica que sugiera que el consumo de lácteos enteros se asocie a un aumento del riesgo de desarrollo de dicha alteración; por el contrario, existen indicios de una posible relación inversa.

En conclusión, el consumo de ningún tipo de producto lácteo se ha asociado de forma consistente con un mayor riesgo de obesidad, DM2 o SM. Asimismo, no existe evidencia epidemiológica suficiente que sugiera que los productos lácteos enteros tengan efectos perjudiciales sobre la obesidad, la DM2 o el SM. Existe evidencia sólida que sugiere que el consumo de productos lácteos, especialmente yogur, independientemente de su contenido en grasa, puede ser una herramienta útil para la prevención de enfermedades crónicas como la obesidad, la DM2 y el SM. No obstante, son necesarios ensayos clínicos aleatorizados para establecer una relación de causalidad.

## ALIMENTOS LÁCTEOS Y ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR

En los últimos diez años se han publicado varios metaanálisis de estudios observacionales que indican que la ingesta de AGS no se asocia con un aumento del riesgo de ECV (67,68).

Estos datos concuerdan con los hallazgos de la mayoría de estudios epidemiológicos que han investigado la asociación entre el consumo de diversos productos lácteos y la incidencia de ECV. En los últimos años, se han publicado varios metaanálisis que, de modo consistente, señalan que el consumo de productos lácteos totales, enteros o bajos en grasa y fermentados o no fermentados tiene un efecto neutro e incluso beneficioso sobre el riesgo de ECV (5,69,70). El último metaanálisis publicado en 2017 analizó un total de 27 estudios prospectivos, con un total de 8.648 casos de ECV, 11.806 casos de ECC y 29.300 casos de AVC. Dentro del grupo de productos lácteos totales se tuvieron en cuenta alimentos como la leche y los diferentes subtipos, lácteos fermentados como el queso y el yogur, la nata, el helado, el chocolate con leche y la mantequilla. A pesar de la moderada heterogeneidad entre los diferentes estudios, los resultados mostraron una asociación inversa entre el consumo de productos lácteos totales y el riesgo de padecer una ECV y AVC, reportando una reducción del riesgo del 10% y el 12%, respectivamente. Por otro lado, el consumo de lácteos totales no se asoció con la aparición de ECC (69). Conclusiones similares se han presentado a partir de metaanálisis específicos evaluando el consumo de queso (71) e incluso de mantequilla (72). En concreto, el consumo alto de queso comparado con el consumo bajo se asocia a una reducción del 10% del riesgo de ECV totales, ECC y AVC. Por otro lado, el consumo de mantequilla no se asoció de forma significativa con ninguna de las enfermedades evaluadas. Los datos recientes del gran estudio prospectivo PURE, llevado a cabo en 21 países de cinco continentes, confirman la asociación entre el consumo de todo tipo de lácteos, enteros o desnatados, y menores tasas de ECV (73).

Los resultados de este estudio también sugieren una menor mortalidad total y por diversas causas asociada al consumo de leche, yogur y queso, independientemente de su contenido graso.

A la luz de las evidencias actuales de estudios prospectivos, se sugiere que los productos lácteos totales, el queso y el yogur, se asocian de forma neutra o incluso inversa con la incidencia de diferentes ECV. Aun así, es importante destacar que a la hora de evaluar la asociación entre el consumo de los diferentes productos lácteos y el riesgo de padecer una ECV, se deben tener en cuenta los diferentes subtipos de lácteos, ya que, aunque tengan algunas similitudes en su composición nutricional, también tienen importantes diferencias, sobre todo, como se ha mencionado anteriormente, en las matrices alimentarias.

## MECANISMOS POTENCIALES IMPLICADOS

Las diferentes hipótesis sobre los potenciales efectos beneficiosos del consumo de productos lácteos en la prevención de enfermedades crónicas como la obesidad, la DM2, el SM y las ECV se atribuyen a diferentes componentes y nutrientes de la matriz alimentaria y su propia interacción. Uno de los mecanismos potenciales podría estar relacionado con el metabolismo de  $\text{Ca}^{2+}$  y su relación con una menor secreción de cortisol por los adipocitos viscerales (74) o la formación de jabones insolubles en la luz intestinal, estimulando la excreción fecal de grasa (75) o bien modulando la presión arterial mediante acciones vasodilatadoras (76). Otro posible mecanismo se atribuye al tipo de proteína y las diferentes funciones de los péptidos bioactivos presentes en este tipo de alimentos. En diferentes estudios se ha descrito que los péptidos bioactivos de los productos lácteos pueden estar involucrados en el sistema renina-angiotensina-aldosterona, inhibiendo la conversión de angiotensina I a angiotensina II y reduciendo la producción de aldosterona, modulando así la presión arterial (77). Por otro lado, la proteína láctea podría también estar involucrada en la modulación del apetito a través de un incremento en la secreción de péptidos insulíntrópicos, disminuyendo la sensación de hambre (78) y ayudando a modular la glucemia posprandial (77). Además, la propia densidad calórica de los productos lácteos enteros también se debe tener en cuenta, ya que el hecho de consumir un alimento con una elevada densidad de nutrientes y calorías repercute en el apetito, haciendo que sea más fácil controlar el hambre entre horas (79).

Por otra parte, los diferentes lácteos fermentados, como el yogur, pueden contener bacterias probióticas que los hacen únicos. A pesar de que el estudio del efecto de las bacterias sobre la salud del ser humano es aún un campo de investigación incipiente, en diferentes estudios ya se ha sugerido que la modulación de la microbiota intestinal puede ser un factor clave en la prevención de enfermedades crónicas (80).

## SITUACIÓN ACTUAL DE LAS RECOMENDACIONES ALIMENTARIAS

Las guías alimentarias son un instrumento educativo adaptado a los conocimientos científicos sobre las recomendaciones nutri-

cionales, que se traducen en mensajes prácticos para ayudar a la población en la selección y el consumo de alimentos saludables.

Las guías dietéticas basadas en la evidencia científica, que nacieron en Estados Unidos hace más de 100 años, han progresado sustancialmente desde sus inicios. Sin embargo, parece que no todo ha cambiado. A principios de 1900, Atwater afirmó que *“a menos que se tenga cuidado en la selección de los alimentos, puede producirse un desequilibrio dietético y, por tanto, aparecer problemas por comer en exceso, con la posibilidad de que se induzca una acumulación excesiva de tejido graso, debilidad general o una enfermedad real”* (81). Así pues, los conceptos de variedad, equilibrio y moderación para la salud y el bienestar han sido desde entonces y hasta la actualidad la base de las guías dietéticas.

Durante la primera mitad del siglo XX, las guías dietéticas se centraron principalmente en la recomendación de los grupos de alimentos para mantener una dieta saludable, incluyendo los lácteos, aunque sin distinguir su contenido en grasa. También los mensajes se centraron en la seguridad alimentaria, en el almacenamiento seguro de alimentos y en el papel de algunos minerales y vitaminas en la prevención de enfermedades. Esto fue interrumpido por la II Guerra Mundial, cuyos mensajes principalmente se focalizaron en reducir el desperdicio de alimentos y aumentar su almacenamiento y conservación. A partir de la II Guerra Mundial se hizo especial énfasis en la recomendación de comer en familia alimentos saludables de cuatro grupos básicos, uno de los cuales era el grupo de los productos lácteos, y se introdujo el concepto de raciones por grupos de edad.

A partir de 1977, el Comité Selectivo del Senado de Estados Unidos sobre nutrición y las necesidades humanas publicó unas recomendaciones centradas en objetivos dietéticos, y aparece un mensaje que marca a las grasas saturadas: *“Evitar el consumo de grasa, grasa saturada y colesterol”*. Así pues, en 1980 aparecieron las primeras Guías Americanas, tal como las conocemos hoy en día, y el mandato de reemisión y reevaluación cada cinco años. Se estableció un comité asesor especial compuesto por expertos no gubernamentales para que en cada edición se revise la evidencia científica y se proporcionen recomendaciones. El paradigma y la evidencia disponible, en esa época, focalizaron la atención en los nutrientes aislados y se centraron en las grasas saturadas y el colesterol como causales de las enfermedades cardíacas e incluso de la obesidad.

En 1992, el United States Department of Agriculture de Estados Unidos (USDA) publica la primera pirámide alimentaria y posiciona el grupo de lácteos en el tercer nivel, recomendando los lácteos bajos en grasa. Así pues, durante décadas las guías alimentarias permanecieron con la recomendación de evitar comer mucha grasa, grasa saturada y colesterol. Por este motivo, desde entonces, se recomienda consumir productos lácteos de bajo contenido en grasa en todas las guías alimentarias.

En 2010, las *Dietary Guidelines for Americans* (DGA) presenta la propuesta *MyPlate*, en la que los productos lácteos aparecen como un “complemento” al plato principal y se recomiendan 2-3 raciones al día de productos lácteos bajos en grasa.

Posteriormente, la Escuela de Salud Pública de la Universidad de Harvard modifica la propuesta gráfica de *MyPlate*, destacando

que la guía podía dar lugar a confusiones, ya que daba a entender que durante las comidas principales se podía beber leche o agua de forma indistinta. A raíz de lo sucedido, se publica nuevamente una pirámide en la que se recomiendan 1-2 raciones de productos lácteos bajos en grasas.

En las diferentes pirámides, los lácteos están representados por la leche y el yogur, recomendados con bajo contenido en grasa, junto con una o dos imágenes de queso de alta maduración, brindando así el mensaje de poder consumirlos indistintamente. Sin embargo, desde el punto de vista energético y nutricional, el queso de alta maduración es muy diferente a la leche y el yogur como para poder intercambiarse como raciones equivalentes entre ellos.

En la última actualización de las DGA (2015-2020), así como en las actuales guías de los diferentes países, se continúa recomendando los lácteos desnatados, lo cual no es congruente con la evidencia actual. Por tanto, deberían ser revisadas al igual que el tamaño de las raciones de intercambio.

Diversas revisiones científicas demuestran que, en ausencia de evidencias que prueben la superioridad de los lácteos desnatados respecto a los lácteos enteros y, por el contrario, puesto que existen algunas evidencias en favor de los lácteos enteros y su beneficio sobre ciertas enfermedades crónicas, no se entiende por qué se continúa recomendando solo lácteos desnatados.

## NO TODOS LOS LÁCTEOS SON IGUALES

La mayoría de guías dietéticas establecen unas recomendaciones sobre el consumo de productos lácteos; sin embargo, no todos los lácteos son iguales. Los lácteos de referencia en las guías habitualmente son la leche, el yogur y los quesos, principalmente por su densidad en calcio. Así, tanto el USDA como las DGA 2015-2020 no incluyen como lácteos aquellos que contienen una menor cantidad de calcio en su composición, como por ejemplo el queso para untar, la mantequilla o la nata para montar. Sin embargo, en muchos de los estudios epidemiológicos publicados, se hacen los análisis agrupando distintos productos lácteos en una misma categoría, por ejemplo, la de productos lácteos totales o productos lácteos enteros. Si bien es cierto que hay parentescos entre algunos de ellos, es importante también considerar los análisis con cada subtipo por separado, sobre todo cuando se hace referencia a la mantequilla, la nata, la crema, los postres lácteos, los helados y los batidos lácteos, todos ellos muy diferentes en su composición en comparación con la leche, los quesos y el yogur.

## RECOMENDACIONES EN ESPAÑA

En España, la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (Aecosan), presenta las recomendaciones en base a la pirámide alimentaria de la Estrategia NAOS (Nutrición, Actividad Física y Prevención de la Obesidad). En ella, se promueve el consumo de productos lácteos a diario, representando las imágenes de leche, yogur y queso, sin distinguir su contenido graso.

La Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) también propone una pirámide en la que, en 2007, se recomendaban de dos a cuatro raciones en función del grupo poblacional, y en la pirámide actualizada de 2015 se recomienda un consumo de dos a tres raciones al día, preferentemente bajas en grasa y detallándose gráficamente con un brik de leche, un envase de yogur y dos trozos de queso.

Por otra parte, la Federación Española de Sociedades de Alimentación, Nutrición y Dietética (Fesnad) publicó recientemente un consenso sobre las grasas y aceites en la alimentación de la población española adulta en el que, en base a la evidencia científica disponible, postula cambiar la orientación de las recomendaciones dietéticas sobre AGS para poner el foco en los alimentos que los contienen, recomendables como algunos productos lácteos o desaconsejables como algunos derivados cárnicos y la mantequilla (82). Debe mencionarse que cuando se redactó este documento no se disponía de la evidencia sobre la inocuidad de la mantequilla con respecto a mortalidad total, ECV y DM2 de la que se dispone actualmente (72).

## OTRAS RECOMENDACIONES EN EL MUNDO

La pirámide de la International Foundation of Mediterranean Diet (IFMed) (83) recomienda el consumo de dos raciones de derivados lácteos al día, preferentemente bajos en grasa. En la ilustración se representan los lácteos fermentados (leches fermentadas como el yogur y los quesos).

La *Australian Dietary Guidelines 2015* presenta una pirámide de la alimentación saludable (*healthy eating pyramid*) que recomienda leche, yogur, queso y alternativas, posicionado en el tercer escalón de los cuatro que tiene la pirámide. Se representa gráficamente con un yogur, una cuña de queso, queso en lonchas, un bol de lácteo batido y un envase de leche y otro de bebida de soja.

## ¿LOS LÁCTEOS RECOMENDADOS EN LAS GUÍAS ALIMENTARIAS SON INTERCAMBIABLES?

Las recomendaciones del consumo de lácteos en diferentes países oscilan entre dos y cinco raciones al día (84) y varían en algunos casos según el grupo poblacional, indicando un mayor consumo en los grupos de jóvenes y de mujeres embarazadas o en periodo de lactancia.

Teniendo en cuenta las diferencias en la composición nutricional de los productos lácteos, la SENC concretó en 2004 que las raciones recomendadas fuesen de dos a cuatro al día y se especificó que una ración corresponde a 200-250 ml de leche (una taza), 200-250 gramos de yogur (dos unidades), 40-60 gramos de queso curado (2-3 lonchas) o 80-125 gramos de queso fresco (una porción individual). Sin embargo, aun ajustando la cantidad, siguen existiendo importantes diferencias. Por ejemplo, el consumo de queso aporta prácticamente el doble de energía, 18 veces más lípidos, un 50% más de calcio y más del doble de sodio.

## LÁCTEOS: ¿DESNATADOS MEJOR QUE ENTEROS?

Las recomendaciones actuales tienen sus críticas, especialmente por limitar el consumo de grasas saturadas, por lo que recomiendan el consumo de lácteos desnatados o bajos en grasa (85).

Con base en la evidencia actual, parece que las recomendaciones sobre el consumo de lácteos desnatados en las actuales guías no son del todo congruentes y deberían por tanto ser revisadas (86).

Recientemente, las *Dietary and Policy Priorities for Cardiovascular Disease, Diabetes, and Obesity* (87) promueven el consumo de lácteos, tanto enteros como desnatados, y los posicionan como alimentos beneficiosos para la salud cardiovascular.

Por tanto, parece ser inminente la necesidad de revisar las recomendaciones de los lácteos en las guías alimentarias por su distinción en el contenido graso. Además, no solo por ello, sino que cabría también revisar las raciones y el tipo de lácteo recomendado. Así pues, en ausencia de evidencias que demuestren que los lácteos desnatados o bajos en grasa sean más recomendables que los enteros para la población general y/o para la prevención de diferentes enfermedades crónicas, no se justifica que se continúe recomendando de forma preferente su versión baja en grasa o desnatada.

## CONCLUSIONES Y MENSAJES CLAVES

La grasa es un importante componente de la dieta, pero aún es más importante su composición en ácidos grasos:

- Las grasas no deben clasificarse solo por su estructura, sino también por su función biológica.
- No todos los AGS tienen los mismos efectos sobre la salud. Algunos de los que están presentes en los productos lácteos podrían tener efectos beneficiosos sobre el metabolismo y el riesgo cardiovascular.

Se debe valorar el efecto para la salud de los “alimentos” en su conjunto, teniendo en cuenta su matriz alimentaria, ya que analizarlos por nutrientes por separado podría simplificar el potencial efecto biológico:

- Los productos lácteos son un claro ejemplo de lo importante que es considerar la matriz alimentaria como un determinante de los efectos de los AG que contiene.
- Los lácteos contienen AG específicos, proteínas, minerales, vitaminas y en algunos casos bacterias probióticas con posibles efectos protectores para diferentes factores de riesgo cardiometabólico.

La literatura científica muestra que el consumo de productos lácteos, independientemente de su contenido en grasa, parece estar relacionado con una disminución de la incidencia de enfermedades crónicas de gran prevalencia y, por lo tanto, con una posible mejoría de la salud cardiovascular y general:

- Numerosos estudios prospectivos y metaanálisis de los mismos indican que el consumo de productos lácteos, enteros o desnatados y fermentados o no fermentados, se asocia de

forma neutra o bien inversamente con el riesgo de padecer diferentes ECV (ECC, AVC o mortalidad por estas causas).

La evidencia científica actual sugiere que, independientemente del contenido en grasa de los lácteos, no hay riesgo de efectos perjudiciales de su consumo sobre variables cardiometabólicas como el perfil lipídico, la presión arterial, la resistencia a la insulina, la inflamación y la función vascular:

- Diferentes estudios epidemiológicos sugieren que el consumo de productos lácteos, especialmente leches fermentadas, puede tener un posible efecto protector frente a la ganancia de peso, independientemente de su contenido en grasa.
- El consumo frecuente de yogur, independientemente de su contenido en grasa, se ha asociado de forma consistente con un menor riesgo de obesidad, DM2 y SM.

La mayoría de las guías dietéticas para la población general contienen la recomendación de consumir productos lácteos desnatados o con bajo contenido en grasa con el fin de reducir el consumo de grasas saturadas, por considerarlas perjudiciales para la salud. Sin embargo, la evidencia científica actual no apoya la hipótesis de que la grasa láctea o los lácteos con alto contenido graso contribuyen al aumento de la obesidad, la DM2, el SM o al riesgo cardiometabólico, sino más bien observan que podría haber indicios de que disminuyen el riesgo de padecerlas.

Es necesario reevaluar las clásicas recomendaciones dietéticas que consideran de forma preferente el consumo de alimentos lácteos desnatados o bajos en grasa, ya que existen suficientes evidencias científicas que señalan que la ingesta total de productos lácteos, tanto enteros como desnatados o bajos en grasa, se asocia de forma neutra o incluso beneficiosa sobre el riesgo de padecer ECV.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores de este informe quieren manifestar el agradecimiento al Sr. Guillermo Mena-Sánchez (Unitat de Nutrició Humana, Universitat Rovira i Virgili) por el soporte y la gestión técnica suministrada para la realización de este documento. Asimismo, también quieren agradecer a los participantes del foro detallados en el Anexo I por el debate llevado a cabo entre todos, que enriquecieron y ayudaron a plasmar las conclusiones alcanzadas en este documento. CIBEROBN es una iniciativa del Instituto de Salud Carlos III.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los profesores Jordi Salas-Salvadó y Luís Moreno Aznar declaran ser miembros del Instituto Danone y haber recibido honorarios por asesoramiento científico-técnico por parte de la empresa Danone y del Instituto Danone. La Dra. Nancy Babio declara haber recibido honorarios por asesoramiento por parte de la empresa Danone y por conferencia científica del Instituto Danone. La Dra. Nancy Babio, la Profa. Rosa María Ortega, el Prof. Ángel Gil y la Profa. María Rosaura Leis declaran ser

miembros del Comité Científico del EU program for the promotion of milk and milk products within the framework of appropriate dietary practices asignado a INLAC (Organización Interprofesional Láctea de España). La Dra. Manuela Juárez-Iglesias declara haber sido miembro del Instituto Danone hasta 2017 y haber recibido honorarios por asesoramiento científico-técnico y por conferencia científica por parte del Instituto Danone. La

Profa. Catalina Picó y el Prof. Emilio Ros declaran haber recibido honorarios por conferencias científicas por parte del Instituto Danone. El resto de autores declaran no tener conflictos de interés. La entidad que financió los gastos del consenso no participó en el diseño, recolección, análisis o interpretación de los datos, así tampoco en la decisión de enviar el manuscrito para su publicación.

### Anexo 1. Listado de participantes en el Foro de Debate sobre Lácteos en España por orden alfabético

Apellidos	Nombre	Institución
Álvarez Hernández	Julia	Hospital Universitario Príncipe de Asturias. Alcalá de Henares. Madrid
Babio Sánchez	Nancy	Universitat Rovira i Virgili. Reus
de Torres Aured	M. Lourdes	Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza
Fontecha Alonso	Javier	Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación. CIAL (CSIC-UAM) Madrid. Madrid
Gil Hernández	Ángel	Universidad de Granada
Juárez Iglesias	Manuela	Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación. CIAL (CSIC-UAM) Madrid. Madrid
Leis Trabazo	M. Rosaura	Universidad de Santiago de Compostela
López Sobaler	Ana María	Universidad Complutense de Madrid
Marcos Sánchez	Ascensión	Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición (ICTAN)-CSIC. Madrid
Moreno Aznar	Luis	Universidad de Zaragoza
Moreno Villares	José Manuel	Clínica Universidad de Navarra. Madrid
Ortega Anta	Rosa María	Universidad Complutense de Madrid
Picó Segura	Catalina	Universidad de las Islas Baleares y CIBER Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición (CIBEROBN)
Rodríguez Rivera	Bittor	Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU
Ros Rahola	Emilio	Instituto Investigaciones Biomédicas August Pi Sunyer (IDIBAPS). H. Clínic de Barcelona
Salas Salvadó	Jordi	Universitat Rovira i Virgili. Reus
Varela Moreiras	Gregorio	Universidad CEU San Pablo. Madrid
Vidal Carou	M. Carmen	Universidad de Barcelona

### BIBLIOGRAFÍA

- Wilkins E, Wilson L, Wickramasinghe K, Bhatnagar P, Leal J, Luengo-Fernández R, et al. European Cardiovascular Disease Statistics 2017 edition. Brussels: Eur Hear Network; 2017. p. 192.
- Benjamin EJ, Blaha MJ, Chiuve SE, Cushman M, Das SR, Deo R, et al. Heart Disease and Stroke Statistics - 2017 Update: a report from the American Heart Association. *Circulation* 2017;135:e146-603.
- Keys A. Seven countries: a multivariate analysis of death and coronary heart disease. Cambridge, MA: Harvard University Press; 1980. p. 381.
- Alexander DD, Bylsma LC, Vargas AJ, Cohen SS, Doucette A, Mohamed M, et al. Dairy consumption and CVD: a systematic review and meta-analysis. *Br J Nutr* 2016;115:737-50.
- Guo J, Astrup A, Lovegrove JA, Gijbbers L, Givens DJ, Soedamah-Muthu SS. Milk and dairy consumption and risk of cardiovascular diseases and all-cause mortality: dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Eur J Epidemiol* 2017;32:269-87.
- Lovegrove JA, Hobbs DA. New perspectives on dairy and cardiovascular health. *Proc Nutr Soc* 2016;75:247-58.
- Fontecha J, Juárez M. Recent advances in dairy ingredients and cardiovascular diseases with special interest in milk fat components. En: Milk in human health and disease across the lifespan. Watson R, Collier RJ, Preedy V, eds. Academic Press, Elsevier; 2017. pp. 251-9.
- Castro-Gómez P, García-Serrano A, Visioli F, Fontecha J. Relevance of dietary glycerophospholipids and sphingolipids to human health. *Prostaglandins Leukot Essent Fat Acids* 2015;101:41-51.
- Lordan R, Zabetakis I. Invited review: the anti-inflammatory properties of dairy lipids. *J Dairy Sci* 2017;100:4197-212.
- Parodi PW. Nutritional significance of milk lipids. *Advanced dairy chemistry volume 2 lipids*. Boston, MA: Springer US. pp. 601-39.
- Jung T-H, Park JH, Jeon W-M, Han K-S. Butyrate modulates bacterial adherence on LS174T human colorectal cells by stimulating mucin secretion and MAPK signaling pathway. *Nutr Res Pract* 2015;9:343.
- Bohl M, Bjørnshave A, Larsen MK, Gregersen S, Hermansen K. The effects of proteins and medium-chain fatty acids from milk on body composition, insulin sensitivity and blood pressure in abdominally obese adults. *Eur J Clin Nutr* 2017;71:76-82.
- Legrand P, Rioux V. Specific roles of saturated fatty acids: beyond epidemiological data. *Eur J Lipid Sci Technol* 2015;117:1489-99.
- Tan J, McKenzie C, Potamitis M, Thorburn AN, Mackay CR, Macia L. The role of short-chain fatty acids in health and disease. *Adv Immunol* 2014;121:91-119.
- Hunter JE, Zhang J, Kris-Etherton PM. Cardiovascular disease risk of dietary stearic acid compared with trans, other saturated and unsaturated fatty acids: a systematic review. *Am J Clin Nutr* 2010;91:46-63.
- Fuke G, Normberg JL. Systematic evaluation on the effectiveness of conjugated linoleic acid in human health. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2017;57:1-7.

17. Ran-Ressler RR, Bae S, Lawrence P, Wang DH, Brenna JT. Branched-chain fatty acid content of foods and estimated intake in the USA. *Br J Nutr* 2014;112:565-72.
18. Liu L, Wang Z, Park HG, Xu C, Lawrence P, Su X, et al. Human fetal intestinal epithelial cells metabolize and incorporate branched chain fatty acids in a structure specific manner. *Prostaglandins Leukot Essent Fat Acids* 2017;116:32-9.
19. Yan Y, Wang Z, Greenwald J, Kothapalli KSD, Park HG, Liu R, et al. BCFA suppresses LPS induced IL-8 mRNA expression in human intestinal epithelial cells. *Prostaglandins Leukot Essent Fat Acids* 2017;116:27-31.
20. Nestel P. Trans fatty acids: are its cardiovascular risks fully appreciated? *Clin Ther* 2014;36:315-21.
21. Kuhnt K, Degen C, Jahreis G. Evaluation of the impact of ruminant trans fatty acids on human health: important aspects to consider. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2016;56:1964-80.
22. Mozaffarian D, Cao H, King IB, Lemaitre RN, Song X, Siscovick DS, et al. Trans-palmitoleic acid, metabolic risk factors, and new-onset diabetes in U.S. adults. *Ann Intern Med* 2010;153:790.
23. Lim J-N, Oh J-J, Wang T, Lee J-S, Kim S-H, Kim Y-J, et al. Trans-11 18:1 vaccenic acid (TVA) has a direct anti-carcinogenic effect on MCF-7 human mammary adenocarcinoma cells. *Nutrients* 2014;6:627-36.
24. Yakoob MY, Shi P, Willett WC, Rexrode KM, Campos H, Orav EJ, et al. Circulating biomarkers of dairy fat and risk of incident diabetes mellitus among men and women in the United States in two large prospective cohorts. *Circulation* 2016;133:1645-54.
25. Yakoob MY, Shi P, Hu FB, Campos H, Rexrode KM, Orav EJ, et al. Circulating biomarkers of dairy fat and risk of incident stroke in U.S. men and women in 2 large prospective cohorts. *Am J Clin Nutr* 2014;100:1437-47.
26. Liang J, Zhou Q, Kwame Amakye W, Su Y, Zhang Z. Biomarkers of dairy fat intake and risk of cardiovascular disease: a systematic review and meta analysis of prospective studies. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2018;58:1122-30.
27. De Oliveira Otto MC, Mozaffarian D, Kromhout D, Bertoni AG, Sibley CT, Jacobs DR, et al. Dietary intake of saturated fat by food source and incident cardiovascular disease: the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *Am J Clin Nutr* 2012;96:397-404.
28. Thorning TK, Bertram HC, Bonjour J-P, De Groot L, Dupont D, Feeney E, et al. Whole dairy matrix or single nutrients in assessment of health effects: current evidence and knowledge gaps. *Am J Clin Nutr* 2017;105:1033-45.
29. Hernell O, Timby N, Domellöf M, Lönnerdal B. Clinical benefits of milk fat globule membranes for infants and children. *J Pediatr* 2016;173:S60-5.
30. Timby N, Domellöf M, Lönnerdal B, Hernell O. Supplementation of infant formula with bovine milk fat globule membranes. *Adv Nutr* 2017;8:351-5.
31. Rosqvist F, Smedman A, Lindmark-Månsson H, Paulsson M, Petrus P, Straniero S, et al. Potential role of milk fat globule membrane in modulating plasma lipoproteins, gene expression, and cholesterol metabolism in humans: a randomized study. *Am J Clin Nutr* 2015;102:20-30.
32. Mariotti F, Valette M, López C, Fouillet H, Famelart M-H, Mathé V, et al. Casein compared with whey proteins affects the organization of dietary fat during digestion and attenuates the postprandial triglyceride response to a mixed high-fat meal in healthy, overweight men. *J Nutr* 2015;145:2657-64.
33. Fekete ÁA, Giromini C, Chatzidiakou Y, Givens DJ, Lovegrove JA. Whey protein lowers blood pressure and improves endothelial function and lipid biomarkers in adults with prehypertension and mild hypertension: results from the chronic Whey2Go randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 2016;104:1534-44.
34. Lorenzen JK, Astrup A. Dairy calcium intake modifies responsiveness of fat metabolism and blood lipids to a high-fat diet. *Br J Nutr* 2011;105:1823-31.
35. Soerensen KV, Thorning TK, Astrup A, Kristensen M, Lorenzen JK. Effect of dairy calcium from cheese and milk on fecal fat excretion, blood lipids, and appetite in young men. *Am J Clin Nutr* 2014;99:984-91.
36. Lorenzen JK, Nielsen S, Holst JJ, Tetens I, Rehfeldt JF, Astrup A. Effect of dairy calcium or supplementary calcium intake on postprandial fat metabolism, appetite, and subsequent energy intake. *Am J Clin Nutr* 2007;85:678-87.
37. St-Onge M-P. Dietary fats, teas, dairy, and nuts: potential functional foods for weight control? *Am J Clin Nutr* 2005;81:7-15.
38. Nilsson M, Stenberg M, Frid AH, Holst JJ, Björck IM. Glycemia and insulinemia in healthy subjects after lactose-equivalent meals of milk and other food proteins: the role of plasma amino acids and incretins. *Am J Clin Nutr* 2004;80:1246-53.
39. Astrup A. A changing view on saturated fatty acids and dairy: from enemy to friend. *Am J Clin Nutr* 2014;100:1407-8.
40. Lordan R, Tsoupras A, Mitra B, Zabetakis I. Dairy fats and cardiovascular disease: do we really need to be concerned? *Foods* 2018;7:29.
41. Louie JCY, Flood VM, Hector DJ, Rangan AM, Gill TP. Dairy consumption and overweight and obesity: a systematic review of prospective cohort studies. *Obes Rev* 2011;12:e582-92.
42. Dougkas A, Reynolds CK, Givens ID, Elwood PC, Minihane AM. Associations between dairy consumption and body weight: a review of the evidence and underlying mechanisms. *Nutr Res Rev* 2011;24:72-95.
43. Kratz M, Baars T, Guyenet S. The relationship between high-fat dairy consumption and obesity, cardiovascular, and metabolic disease. *Eur J Nutr* 2013;52:1-24.
44. Mozaffarian D, Hao T, Rimm EB, Willett WC, Hu FB. Changes in diet and lifestyle and long-term weight gain in women and men. *N Engl J Med* 2011;364:2392-404.
45. Tong X, Dong J-Y, Wu Z-W, Li W, Qin L-Q. Dairy consumption and risk of type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of cohort studies. *Eur J Clin Nutr* 2011;65:1027-31.
46. Aune D, Norat T, Romundstad P, Vatten LJ. Dairy products and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies. *Am J Clin Nutr* 2013;98:1066-83.
47. Gao D, Ning N, Wang C, Wang Y, Li Q, Meng Z, et al. Dairy products consumption and risk of type 2 diabetes: systematic review and dose-response meta-analysis. *PLoS One* 2013;8:e73965.
48. Schwingshackl L, Hoffmann G, Lampousi A-M, Knüppel S, Iqbal K, Schwedhelm C, et al. Food groups and risk of type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Eur J Epidemiol* 2017;32:363-75.
49. Elwood PC, Pickering JE, Givens DJ, Gallacher JE. The consumption of milk and dairy foods and the incidence of vascular disease and diabetes: an overview of the evidence. *Lipids* 2010;45:925-39.
50. Gijbbers L, Ding EL, Malik VS, De Goede J, Geleijnse JM, Soedamah-Muthu SS. Consumption of dairy foods and diabetes incidence: a dose-response meta-analysis of observational studies. *Am J Clin Nutr* 2016;103:1111-24.
51. Turner KM, Keogh JB, Clifton PM. Dairy consumption and insulin sensitivity: a systematic review of short- and long-term intervention studies. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2015;25:3-8.
52. King DG, Walker M, Campbell MD, Breen L, Stevenson EJ, West DJ. A small dose of whey protein co-ingested with mixed-macronutrient breakfast and lunch meals improves postprandial glycemia and suppresses appetite in men with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 2018;107:550-7.
53. Chen M, Sun Q, Giovannucci E, Mozaffarian D, Manson JE, Willett WC, et al. Dairy consumption and risk of type 2 diabetes: 3 cohorts of US adults and an updated meta-analysis. *BMC Med* 2014;12:215.
54. Díaz-López A, Bulló M, Martínez-González MA, Corella D, Estruch R, Fitó M, et al. Dairy product consumption and risk of type 2 diabetes in an elderly Spanish Mediterranean population at high cardiovascular risk. *Eur J Nutr* 2016;55:349-60.
55. Ibsen DB, Laursen ASD, Lauritzen L, Tjønneland A, Overvad K, Jakobsen MU. Substitutions between dairy product subgroups and risk of type 2 diabetes: the Danish Diet, Cancer and Health cohort. *Br J Nutr* 2017;118:989-97.
56. Yakoob MY, Shi P, Willett WC, Rexrode KM, Campos H, Orav EJ, et al. Circulating biomarkers of dairy fat and risk of incident diabetes mellitus among men and women in the United States in two large prospective cohorts. *Circulation* 2016;133:1645-54.
57. Brevik A, Veierød MB, Drevon CA, Andersen LF. Evaluation of the odd fatty acids 15:0 and 17:0 in serum and adipose tissue as markers of intake of milk and dairy fat. *Eur J Clin Nutr* 2005;59:1417-22.
58. Micha R, King IB, Lemaitre RN, Rimm EB, Sacks F, Song X, et al. Food sources of individual plasma phospholipid trans fatty acid isomers: the Cardiovascular Health Study. *Am J Clin Nutr* 2010;91:883-93.
59. Wolk A, Furuheim M, Vessby B. Fatty acid composition of adipose tissue and serum lipids are valid biological markers of dairy fat intake in men. *J Nutr* 2001;131:828-33.
60. Smedman AE, Gustafsson I-B, Berglund LG, Vessby BO. Pentadecanoic acid in serum as a marker for intake of milk fat: relations between intake of milk fat and metabolic risk factors. *Am J Clin Nutr* 1999;69:22-9.
61. Pereira MA, Jacobs DR, Van Horn L, Slattery ML, Kartashov AI, Ludwig DS. Dairy consumption, obesity, and the insulin resistance syndrome in young adults: the CARDIA Study. *JAMA* 2002;287:2081-9.
62. Fumeron F, Lamri A, Abi Khalil C, Jaziri R, Porchay-Balderelli I, Lantieri O, et al. Data from the Epidemiological Study on the Insulin Resistance Syndrome (DESIR) Study Group. Dairy consumption and the incidence of hyperglycemia and the metabolic syndrome: results from a French prospective study. Data from the Epidemiological Study on the Insulin Resistance Syndrome (DESIR). *Diabetes Care* 2011;34:813-7.

63. Lutsey PL, Steffen LM, Stevens J. Dietary intake and the development of the metabolic syndrome: the Atherosclerosis Risk in Communities study. *Circulation* 2008;117:754-61.
64. Louie JCY, Flood VM, Rangan AM, Burlutsky G, Gill TP, Gopinath B, et al. Higher regular fat dairy consumption is associated with lower incidence of metabolic syndrome but not type 2 diabetes. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2013;23:816-21.
65. Pérez-Martínez P, Mikhailidis DP, Athyros VG, Bullo M, Couture P, Covas MI, et al. Lifestyle recommendations for the prevention and management of metabolic syndrome: an international panel recommendation. *Nutr Rev* 2017;75:307-21.
66. Babio N, Becerra-Tomás N, Martínez-González MÁ, Corella D, Estruch R, Ros E, et al. Consumption of yogurt, low-fat milk, and other low-fat dairy products is associated with lower risk of metabolic syndrome incidence in an elderly Mediterranean population. *J Nutr* 2015;145:2308-16.
67. Chowdhury R, Warnakula S, Kunutsor S, Crowe F, Ward HA, Johnson L, et al. Association of dietary, circulating, and supplement fatty acids with coronary risk. *Ann Intern Med* 2014;160:398.
68. De Souza RJ, Mente A, Maroleanu A, Cozma AI, Ha V, Kishibe T, et al. Intake of saturated and trans unsaturated fatty acids and risk of all cause mortality, cardiovascular disease, and type 2 diabetes: systematic review and meta-analysis of observational studies. *BMJ* 2015;351:h3978.
69. Gholami F, Khoramdad M, Esmailnasab N, Moradi G, Nouri B, Safiri S, et al. The effect of dairy consumption on the prevention of cardiovascular diseases: a meta-analysis of prospective studies. *J Cardiovasc Thorac Res* 2017;9:1-11.
70. De Goede J, Soedamah-Muthu SS, Pan A, Gijsbers L, Geleijnse JM. Dairy consumption and risk of stroke: a systematic review and updated dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *J Am Heart Assoc* 2016;5:e002787.
71. Chen G-C, Wang Y, Tong X, Szeto IMY, Smit G, Li Z-N, et al. Cheese consumption and risk of cardiovascular disease: a meta-analysis of prospective studies. *Eur J Nutr* 2017;56:2565-75.
72. Pimpin L, Wu JHY, Haskelberg H, Del Gobbo L, Mozaffarian D, Boeing H. Is butter back? A systematic review and meta-analysis of butter consumption and risk of cardiovascular disease, diabetes, and total mortality. *PLoS One* 2016;11:e0158118.
73. Dehghan M, Mente A, Rangarajan S, Sheridan P, Mohan V, Iqbal R, et al. Association of dairy intake with cardiovascular disease and mortality in 21 countries from five continents (PURE): a prospective cohort study. *Lancet* 2018;S0140-6736(18)31812-9.
74. Zemel MB, Richards J, Mathis S, Milstead A, Gebhardt L, Silva E. Dairy augmentation of total and central fat loss in obese subjects. *Int J Obes* 2005;29:391-7.
75. Christensen R, Lorenzen JK, Svith CR, Bartels EM, Melanson EL, Saris WH, et al. Effect of calcium from dairy and dietary supplements on faecal fat excretion: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Obes Rev* 2009;10:475-86.
76. Van Mierlo LAJ, Arends LR, Streppel MT, Zeegers MPA, Kok FJ, Grobbee DE, et al. Blood pressure response to calcium supplementation: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Hum Hypertens* 2006;20:571-80.
77. Ricci-Cabello I, Olalla Herrera M, Artacho R. Possible role of milk-derived bioactive peptides in the treatment and prevention of metabolic syndrome. *Nutr Rev* 2012;70:241-55.
78. Tremblay A, Doyon C, Sánchez M. Impact of yogurt on appetite control, energy balance, and body composition. *Nutr Rev* 2015;73:23-7.
79. Reyna N, Moreno-Rojas R, Mendoza L, Urdaneta A, Artigas C, Reyna E, et al. Snack high whey protein improves the level of satiety and reduces appetite healthy women. *Nutr Hosp* 2015;32:1624-8.
80. Harakeh SM, Khan I, Kumosani T, Barbour E, Almasaudi SB, Bahijri SM, et al. Gut microbiota: a contributing factor to obesity. *Front Cell Infect Microbiol* 2016;6:95.
81. Jahns L, Davis-Shaw W, Lichtenstein AH, Murphy SP, Conrad Z, Nielsen F. The history and future of dietary guidance in America. *Adv Nutr* 2018;9:136-47.
82. Ros E, López-Miranda J, Picó C, Rubio MÁ, Babio N, Sala-Vila A, et al. Consensus on fats and oils in the diet of Spanish adults; position paper of the Spanish Federation of Food, Nutrition and Dietetics societies. *Nutr Hosp* 2015;32:435-77.
83. International Foundation of Mediterranean Diet. The new pyramid: benefits for humans, benefits for the environment. 2016. Disponible en: [http://www.ifmed.org/wp-content/uploads/2016/07/CS\\_WORLD\\_CONFERENCE\\_IFMED\\_def.pdf](http://www.ifmed.org/wp-content/uploads/2016/07/CS_WORLD_CONFERENCE_IFMED_def.pdf)
84. Weaver CM. How sound is the science behind the dietary recommendations for dairy? *Am J Clin Nutr* 2014;99:1217S-22S.
85. DiNicolantonio JJ, Harcombe Z, O'Keefe JH. Problems with the 2015 Dietary Guidelines for Americans: an alternative. *Mo Med* 2016;113:93-7.
86. Drouin-Chartier J-P, Brassard D, Tessier-Grenier M, Côté JA, Labonté M-É, Desroches S, et al. Systematic review of the association between dairy product consumption and risk of cardiovascular-related clinical outcomes. *Adv Nutr* 2016;7:1026-40.
87. Mozaffarian D. Dietary and policy priorities for cardiovascular disease, diabetes, and obesity. *Circulation* 2016;133:187-225.



# Nutrición Hospitalaria



## Grupo de Trabajo SENPE

### Nutrición parenteral domiciliaria en España 2017. Informe del Grupo de Nutrición Artificial Domiciliaria y Ambulatoria NADYA

*Home and Ambulatory Artificial Nutrition (NADYA) Report. Home Parenteral Nutrition in Spain, 2017*

Carmina Wanden-Berghe<sup>1</sup>, José Luis Pereira Cunill<sup>2</sup>, Cristina Cuerda Compes<sup>3</sup>, Esther Ramos Boluda<sup>4</sup>, María Irene Maiz Jiménez<sup>5</sup>, Carmen Gómez Candela<sup>4</sup>, Nuria Virgili Casas<sup>6</sup>, Rosa Burgos Peláez<sup>7</sup>, Antonio Pérez de la Cruz<sup>8</sup>, M.<sup>a</sup> Ángeles Penacho Lázaro<sup>9</sup>, Eva Ángeles Sánchez Martos<sup>10</sup>, Daniel Antonio de Luis Román<sup>11</sup>, Ceferino Martínez Faedo<sup>12</sup>, María de los Ángeles Martín Fontalba<sup>13</sup>, Julia Álvarez Hernández<sup>14</sup>, Pilar Matía Martín<sup>15</sup>, Patricia Díaz Guardiola<sup>16</sup>, Fátima Carabaña Pérez<sup>17</sup>, Alejandro Sanz París<sup>18</sup>, Carmen Garde Orbaiz<sup>19</sup>, Olga Sánchez-Vilar Burdiel<sup>20</sup>, Tomás Martín Folgueras<sup>21</sup>, M.<sup>a</sup> Ángela Martín Palmero<sup>22</sup>, Luis Miguel Luengo Pérez<sup>23</sup>, Ana Zugasti Murillo<sup>24</sup>, Cecilia Martínez Costa<sup>25</sup>, José Pablo Suárez Llanos<sup>26</sup>, Cristina Tejera Pérez<sup>27</sup>, José Antonio Irlas Rocamora<sup>28</sup>, Carmen Arraiza Irigoyen<sup>29</sup>, Yaiza García Delgado<sup>30</sup>, Cristina Campos Martín<sup>31</sup>, Miguel Ángel Ponce González<sup>32</sup>, Silvia Mauri Roca<sup>33</sup>, M.<sup>a</sup> Victoria García Zafra<sup>34</sup>, Jesús M. Morán López<sup>35</sup>, Begoña Molina Baeza<sup>36</sup>, Montserrat Gonzalo Marín<sup>37</sup>, Clara Joaquín Ortiz<sup>38</sup>, Begoña Pintor de la Maza<sup>39</sup>, M.<sup>a</sup> Carmen Gil Martínez<sup>40</sup>, María José Carrera Santalieu<sup>41</sup>, M.<sup>a</sup> del Talló Forga Visa<sup>42</sup>, Antxón Apezetxea Celaya<sup>43</sup>, Rebeca Sánchez Sánchez<sup>44</sup> y Juan Ramón Urgeles Planella<sup>45</sup>; Grupo NADYA-SENPE

<sup>1</sup>Hospital General Universitario de Alicante. ISABIAL-FISABIO. Alicante. <sup>2</sup>Hospital Universitario Virgen del Rocío. Sevilla. <sup>3</sup>Hospital Gregorio Marañón. Madrid. <sup>4</sup>Hospital La Paz. Madrid. <sup>5</sup>Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid. <sup>6</sup>Universitario Bellvitge. L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona. <sup>7</sup>Hospital de la Vall d'Hebrón. Barcelona. <sup>8</sup>Hospital Universitario Virgen de las Nieves. Granada. <sup>9</sup>Hospital El Bierzo. Ponferrada, León. <sup>10</sup>Corporació Sanitària Parc Taulí. Barcelona. <sup>11</sup>Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Valladolid. <sup>12</sup>Hospital Universitario Central de Asturias. Oviedo, Asturias. <sup>13</sup>Hospital Regional de Málaga. Málaga. <sup>14</sup>Hospital Universitario Príncipe de Asturias. Alcalá de Henares, Madrid. <sup>15</sup>Hospital Clínico San Carlos. Madrid. <sup>16</sup>Hospital Universitario Infanta Sofía. San Sebastián de los Reyes, Madrid. <sup>17</sup>Hospital Ramón y Cajal. Madrid. <sup>18</sup>Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza. <sup>19</sup>Hospital Universitario Donostia. Guipuzkoa. <sup>20</sup>Fundación Jiménez Díaz. Madrid. <sup>21</sup>Complejo Hospitalario Universitario de Canarias. Santa Cruz de Tenerife. <sup>22</sup>Hospital San Pedro Logroño. Logroño, La Rioja. <sup>23</sup>Hospital Infanta Cristina. Badajoz. <sup>24</sup>Hospital Virgen del Camino. Pamplona. <sup>25</sup>Hospital Clínico Universitario. Valencia. <sup>26</sup>Hospital Universitario Nuestra Señora de la Candelaria. Santa Cruz de Tenerife. <sup>27</sup>Complejo Hospitalario Universitario de Ferrol. A Coruña. <sup>28</sup>Hospital Universitario Ntra. Sra. de Valme. Sevilla. <sup>29</sup>Complejo Hospitalario de Jaén. Jaén. <sup>30</sup>Universitario Insular de Gran Canaria (HUIGC). Las Palmas de Gran Canaria. <sup>31</sup>H. Universitario Virgen Macarena de Sevilla. Sevilla. <sup>32</sup>Hospital Universitario de Gran Canaria Dr. Negrín. Las Palmas de Gran Canaria. <sup>33</sup>Hospital Universitari Dr. Josep Trueta. Girona. <sup>34</sup>Hospital Clínico Virgen de la Arrixaca. Murcia. <sup>35</sup>Hospital San Pedro de Alcántara. Cáceres. <sup>36</sup>Hospital Universitario de La Princesa. Madrid. <sup>37</sup>Hospital Universitario Carlos Haya. Málaga. <sup>38</sup>Hospital Germans Trias i Pujol. Barcelona. <sup>39</sup>Complejo Asistencial de León. <sup>40</sup>Hospital Central de la Defensa Gómez Ulla. Madrid. <sup>41</sup>Hospital del Mar. Barcelona. <sup>42</sup>Hospital Clinic. Barcelona. <sup>43</sup>Hospital Basurto. Bilbao. <sup>44</sup>Hospital de Cruces. Bilbao. <sup>45</sup>Hospital Universitario Son Espases. Palma de Mallorca

## Resumen

**Objetivo:** comunicar los datos de nutrición parenteral domiciliaria (NPD) obtenidos del registro del grupo NADYA-SENPE (www.nadya-senpe.com) del año 2017.

**Material y métodos:** análisis descriptivo de los datos recogidos de pacientes adultos y pediátricos con NPD en el registro NADYA-SENPE desde el 1 de enero al 31 de diciembre de 2017.

### Palabras clave:

Nutrición parenteral domiciliaria. Nutrición parenteral. Soporte nutricional. Cuidados domiciliarios. Registros. Epidemiología.

**Resultados:** se registraron 308 pacientes (54,5% mujeres), 38 niños y 270 adultos, procedentes de 45 hospitales españoles, en total 312 episodios, lo que representa una tasa de prevalencia de 6,61 pacientes/millón de habitantes/año 2017. El diagnóstico más frecuente en adultos fue "oncológico paliativo" (25,6%), seguido de "otros". En niños fue la enfermedad de Hirschsprung, con seis casos (15,8%). El primer motivo de indicación fue síndrome de intestino corto tanto en niños (55,3%) como en adultos (33,7%). El tipo de catéter más utilizado fue el tunelizado tanto en niños (74,3%) como en adultos (38,2%). Finalizaron 81 episodios; la causa más frecuente fue el fallecimiento (62,9%) y que pasaron a vía oral (34,7%).

**Conclusiones:** se mantiene el incremento progresivo de centros y profesionales colaboradores en el registro de pacientes que reciben NPD. Las principales indicaciones de NPD y de motivo de finalización se mantienen estables.

Recibido: 24/10/2018 • Aceptado: 02/11/2018

Wanden-Berghe C, Pereira Cunill JL, Cuerda Compes C, Ramos Boluda E, Maiz Jiménez MI, Gómez Candela C, Virgili Casas N, Burgos Peláez R, Pérez de la Cruz A, Penacho Lázaro MA, Sánchez Martos EA, de Luis Román DA, Martínez Faedo C, Martín Fontalba MA, Álvarez Hernández J, Matía Martín P, Díaz Guardiola P, Carabaña Pérez F, Sanz París A, Garde Orbaiz C, Sánchez-Vilar Burdiel O, Martín Folgueras T, Martín Palmero MA, Luengo Pérez LM, Zugasti Murillo A, Martínez Costa C, Suárez Llanos JP, Tejera Pérez C, Irlas Rocamora JA, Arraiza Irigoyen C, García Delgado Y, Campos Martín C, Ponce González MA, Mauri Roca S, García Zafra MV, Morán López JM, Molina Baeza B, Gonzalo Marín M, Joaquín Ortiz C, Pintor de la Maza B, Gil Martínez MC, Carrera Santalieu MJ, del Talló Forga Visa M, Apezetxea Celaya A, Sánchez Sánchez R, Urgeles Planella JR; Grupo NADYA-SENPE. Nutrición parenteral domiciliaria en España 2017. Informe del Grupo de Nutrición Artificial Domiciliaria y Ambulatoria NADYA. Nutr Hosp 2018;35(4):1491-1496

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2364>

### Correspondencia:

Carmina Wanden-Berghe. Hospital General Universitario de Alicante. Instituto de Investigación Sanitaria y Biomédica de Alicante (ISABIAL-Fundación FISABIO). Av. Pintor Baeza, 12. 03010 Alicante  
e-mail: carminaw@telefonica.net

## Abstract

**Aim:** to communicate HPN data obtained from the HPN registry of the NADYA-SENPE group ([www.nadya-senpe.com](http://www.nadya-senpe.com)) for the year 2017.

**Material and methods:** descriptive analysis of the data collected from adult and pediatric patients with HPN in the NADYA-SENPE group registry from January 1<sup>st</sup>, 2017 to December 31<sup>st</sup>, 2017.

**Results:** there were 308 patients from 45 Spanish hospitals (54.5% women), 38 children and 270 adults, with 3,012 episodes, which represent a prevalence rate of 6.61 patients/million inhabitants/year 2017. The most frequent diagnosis in adults was "palliative cancer" (25.6%), followed by "others". In children, it was Hirschsprung's disease with six cases (15.8%). The first indication was short bowel syndrome in both children (55.3%) and adults (33.7%). The most frequently used type of catheter was tunneled in both children (73.4%) and adults (38.2%). Ending 81 episodes, the most frequent cause was death (62.9%) and transition to oral feeding (34.7%).

**Conclusions:** the progressive increase of collaborating centers and professionals in the registry of patients receiving NPD is maintained. The main indications of HPN and the motive for ending have remained stable.

### Key words:

Home parenteral nutrition. Parenteral nutrition. Nutritional support. Home care services. Records. Epidemiology.

## INTRODUCCIÓN

La nutrición parenteral domiciliaria (NPD) es una alternativa terapéutica para los pacientes que necesitan alimentarse por vía parenteral para poder vivir. Consiste en la administración de soluciones de nutrición parenteral a través de accesos venosos de larga duración, en el propio domicilio del enfermo, en pacientes en los cuales no podemos conseguir un adecuado aporte calórico-proteico por vía digestiva (1). No obstante, la NPD es un proceso de logística compleja en el que intervienen diversos especialistas médicos y otros profesionales del centro hospitalario y de Atención Primaria, farmacéuticos, así como el propio paciente y su familia.

Si bien la indicación de la NPD ha sido el fallo intestinal sin enfermedad maligna de base, en los últimos años ha habido un incremento del número de pacientes con enfermedad oncológica avanzada. Así, los datos obtenidos de nuestro grupo NADYA muestran que la NPD en el paciente oncológico en España ha tenido una evolución discretamente ascendente a lo largo de los años, con un incremento en siete años del 43% (2).

Desde la creación del grupo de Nutrición Artificial Domiciliaria y Ambulatoria (NADYA) de la Sociedad Española de Nutrición Clínica y Metabolismo (SENPE) en 1992, hace ahora 26 años, uno de sus principales objetivos ha sido la creación y el mantenimiento del registro de pacientes tratados con nutrición artificial domiciliaria, tanto enteral como parenteral (3,4).

Desde entonces, se han ido recogiendo los datos de los pacientes, comunicados de manera voluntaria por los profesionales que están a cargo de los mismos. De esta forma se ha podido disponer de prevalencias y complicaciones de dichos tratamientos.

El objetivo de este trabajo es conocer la prevalencia y las características de los pacientes con NPD registrados en NADYA durante el año 2017.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Análisis descriptivo de los datos recogidos en el registro del grupo NADYA-SENPE ([www.nadya-senpe.com](http://www.nadya-senpe.com)). Los criterios para este trabajo incluyeron los datos registrados de pacientes con NPD del 1 de enero al 31 de diciembre de 2017.

Para el análisis de los datos se consideró como población pediátrica "niños" desde la edad más pequeña registrada hasta los 14 años incluidos, y se consideró adultos al resto de las eda-

des. Se utilizaron técnicas descriptivas mediante el cálculo de las frecuencias absolutas y relativas (porcentajes) de las variables cualitativas y, en el caso de las cuantitativas, se emplearon medidas de tendencia central y de dispersión de los datos (desviación estándar [DE] o intervalo intercuartílico [IIQ]). Cuando los datos lo permitieron, se realizaron contrastes de hipótesis mediante Chi cuadrado, t de Student o ANOVA, dependiendo de las características de las variables o sus correspondientes no paramétricos cuando no cumplieron criterio de normalidad (Kolmogorov-Smirnov). Para el cálculo de las prevalencias se tomó como denominador el dato proporcionado por el Instituto Nacional de Estadística para 2017 (<http://www.ine.es>) (46.572.132 habitantes) (5). El control de calidad de los datos se efectuó a través de tablas de doble entrada y búsqueda activa de errores. Cuando fueron encontrados se corrigieron mediante la consulta con la fuente original de los datos. Para el análisis se utilizó el paquete estadístico Statistical Package for the Social Sciences SPSS® 22.0.

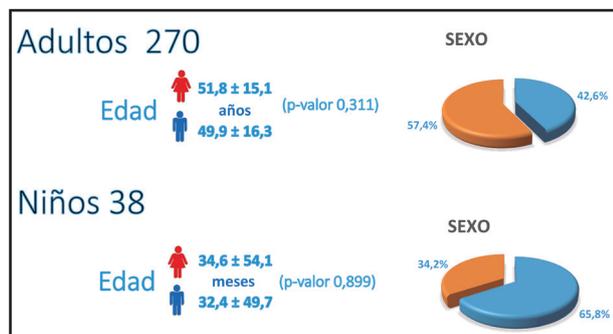
## RESULTADOS

Se registraron 308 pacientes (54,5% mujeres), 38 niños y 270 adultos, procedentes de 45 hospitales españoles, en total 312 episodios, lo que representa una tasa de prevalencia de 6,61 pacientes/millón de habitantes/año 2017. Se reconocieron 312 episodios ya que cuatro pacientes presentaron dos episodios de NPD durante el año.

## NIÑOS

Se registraron 38 niños (12,33%), 25 varones (65,8%), todos con un solo episodio de NPD. La edad mediana fue de 6,5 meses (IIQ 3-47), sin diferencias respecto al sexo ( $p = 0,899$ ) (Fig. 1). El diagnóstico que con mayor frecuencia motivó la NPD fue la enfermedad de Hirschsprung, con seis casos (15,8%), seguida de la enterocolitis necrotizante y de "otras patologías", ambas con cinco niños (13,2%) como se muestra en la figura 2. Las causas principales de la indicación fueron el "síndrome de intestino corto" en 21 (55,3%) casos y la obstrucción intestinal en ocho (21,1%) (Fig. 3).

Los catéteres utilizados que se registraron fueron 26 tunelizados (74,3%), cuatro catéteres centrales de inserción



**Figura 1.**  
Características de los pacientes.

periférica (PICC) (11,4%) (Fig. 4). Se registró una complicación séptica relacionada con el catéter y ninguna otra complicación. No finalizó ningún episodio durante el año 2017. Fueron considerados candidatos para trasplante intestinal 24 (70,6%) de los niños. La fórmula que recibieron procedía de una empresa de *catering* en 22 casos (57,9%) y el material fungible necesario para la administración de la NPD lo obtuvieron desde Atención Primaria en 26 de los casos (68,4%).

## ADULTOS

De los 270 pacientes mayores de 14 años, el 57,4% eran mujeres (Fig. 1) y su edad  $M_e$  fue de 52,5 años (IIQ 41-62). El

adulto con menor edad tenía 15 años y el de mayor edad, 93. El diagnóstico registrado con mayor frecuencia fue “oncológico paliativo” en 69 casos (25,6%), seguido por “otros” en 55 (20,4%) (Fig. 2). El motivo de indicación fue el síndrome de intestino corto en 91 (33,7%) casos, seguido de la obstrucción intestinal en 76 (28,1%) (Fig. 3). Los catéteres más utilizados fueron los tunelizados, con 87 (38,2%) casos, y los reservorios subcutáneos, con 75 (32,9%) (Fig. 4). La complicación más frecuente fue la séptica relacionada con el catéter, que presentó una tasa de 0,45 infecciones/1.000 días de NPD, seguida de las complicaciones metabólicas, con 0,17/1.000 días, y de las no sépticas relacionadas con el catéter, con 0,14/1.000 días de NPD.

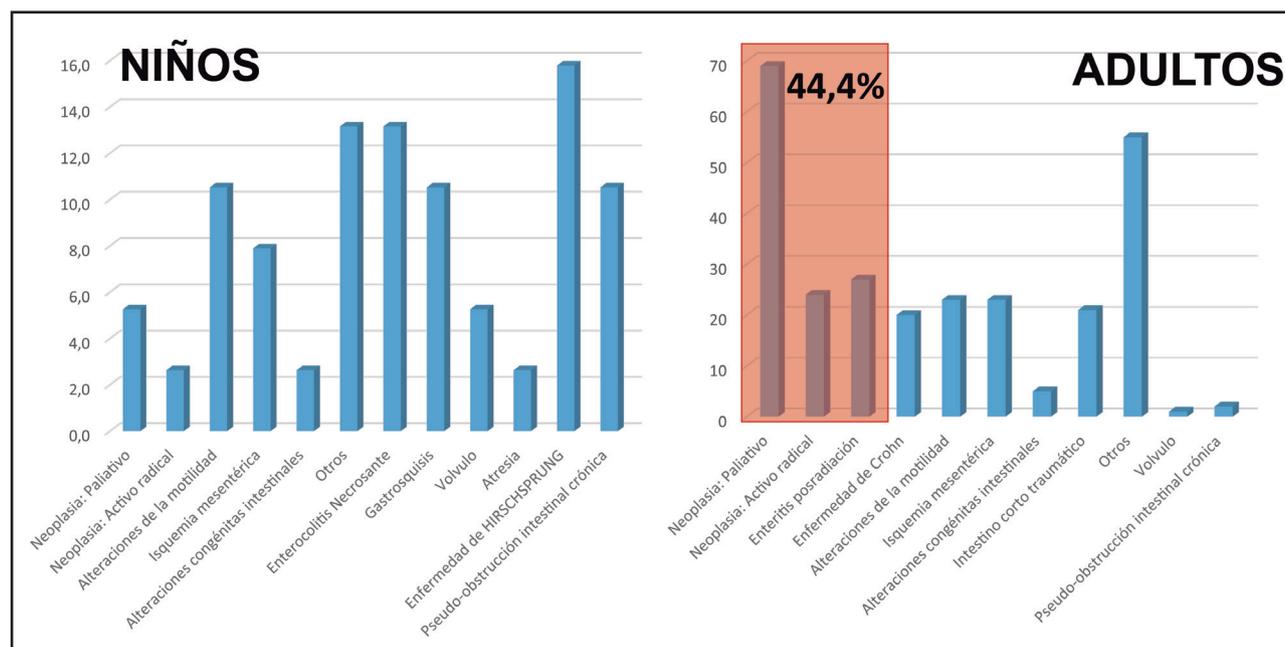
La actividad de los pacientes estaba limitada en 150 (55,6%) y era normal en 103 (38,1%). Mantenían una vida independiente 125 (46,3%), con 20 (7,4%) de los pacientes que requerían ayuda total.

Durante el año finalizaron 80 episodios y la causa principal fue el fallecimiento, en 49 pacientes (60,5%), seguida del “paso a la vía oral” en 25 (30,9%). Fueron considerados candidatos para trasplante intestinal cuatro (1,5%) de los pacientes adultos.

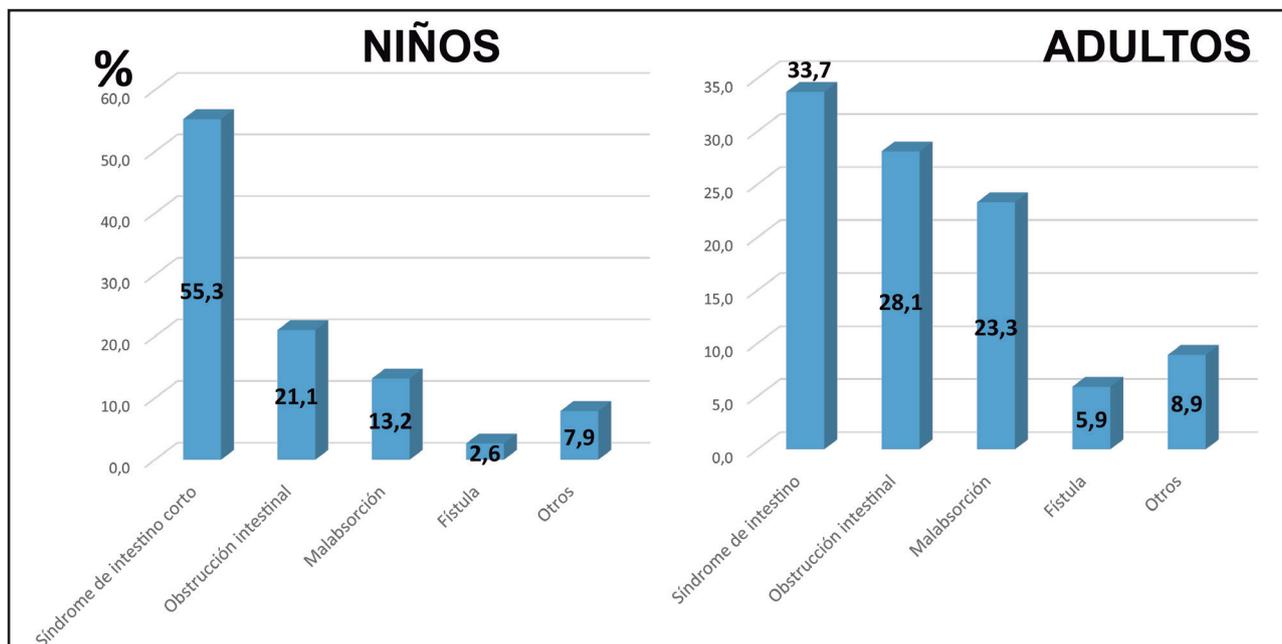
El principal suministrador de las bolsas de nutrición parenteral fue el hospital de referencia en 203 (75,2%) casos, seguido de una empresa de *catering* en 48 (17,8%). También el material fungible necesario para su administración procedía con mayor frecuencia del hospital 215 (79,6%).

## DISCUSIÓN

El Grupo NADYA-SENPE recoge desde el año 1992 los pacientes que precisan nutrición parenteral domiciliaria en nuestro país.

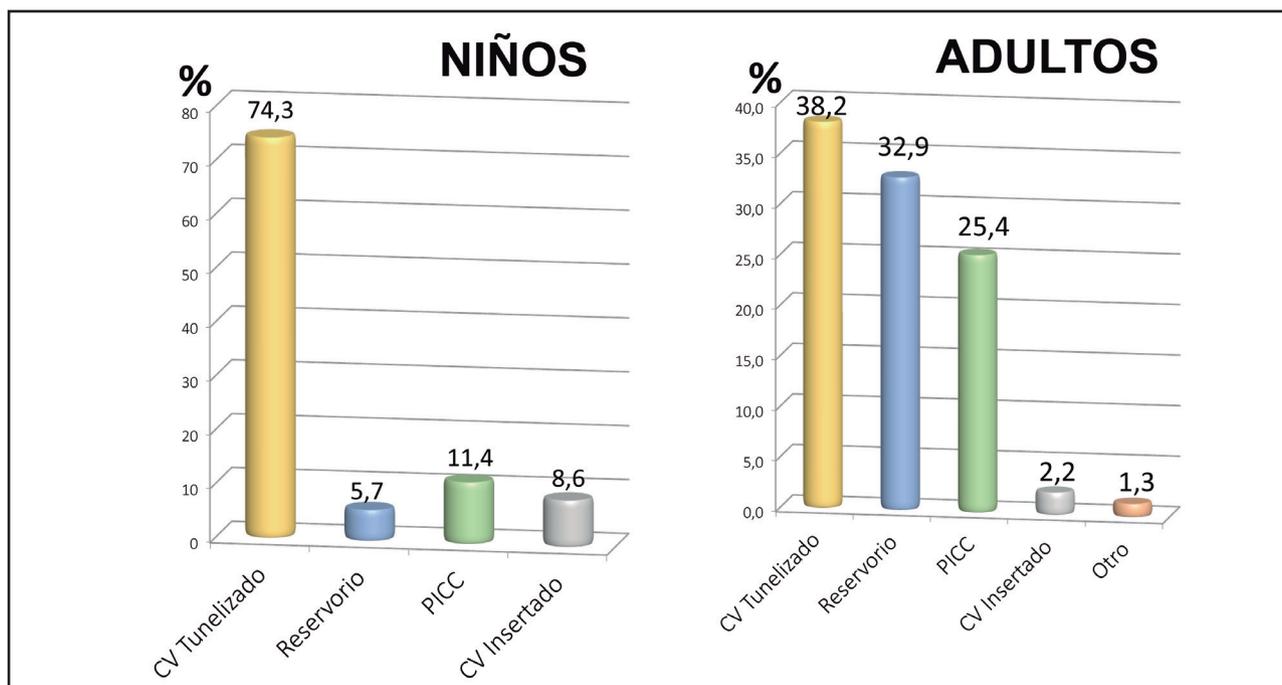


**Figura 2.**  
Perfil diagnóstico de los pacientes con NPD durante el año 2017.



**Figura 3.**

Motivo de indicación de la NPD durante el año 2017.



**Figura 4.**

Vía de acceso de la NPD durante el año 2017.

Al comparar estos datos de 2017 con los de 2016 (3), constatamos un incremento en el número de pacientes (386 pacientes en 2017 frente a 286 pacientes en 2016), así como en el número de centros (45 centros en 2017 frente a 42 centros en 2016), lo

que indica una mejoría en las técnicas de nutrición artificial de los hospitales de nuestro país, pues los programas de nutrición parenteral domiciliaria requieren de una capacitación técnica adecuada por los profesionales que la llevan a cabo. Si comparamos

estos datos con los de la primera publicación del Registro NADYA sobre NPD exclusiva (6), el salto en 18 años es muy espectacular, ya que ha pasado de 67 pacientes en el año 2000 a 308 pacientes en 2017, lo que indica el desarrollo de esta técnica nutricional domiciliaria en nuestro país.

En el caso de los pacientes adultos, la patología más frecuente fue la de oncológico paliativo (25,6%), que se incrementó un 5% respecto al anterior registro (4). Mientras que en España es muy frecuente la indicación de nutrición parenteral domiciliaria en pacientes con cáncer en tratamiento paliativo, esta indicación es excepcional en otros países europeos (salvo en Italia). En este tipo de pacientes, tras la falta de respuesta a tratamientos oncológicos activos, solo se pueden mantener la hidratación y el estado nutricional mediante la nutrición parenteral, ya que existen datos recientes en la literatura médica que demuestran la mejoría de calidad de vida en pacientes con cáncer avanzado que reciben nutrición parenteral domiciliaria (7). Además, esto puede deberse también a un mayor desarrollo de la hospitalización domiciliaria en nuestro país (8), que tiene como objetivo trasladar la atención hospitalaria al domicilio de los pacientes cuando no se requieran los medios técnicos y humanos de la hospitalización convencional.

El número de pacientes pediátricos se ha incrementado moderadamente respecto al anterior estudio de 2016. Cuando observamos los diagnósticos detallados en la población pediátrica, se pone en evidencia la diferencia con la serie de adultos. Dentro de las causas de intestino corto, la enfermedad de Hirschsprung y la enterocolitis necrosante son las más prevalentes. En nuestra casuística, la enfermedad de Hirschsprung ha sido más frecuente de lo descrito en otras series, siendo un gran porcentaje de los casos candidatos a trasplante intestinal, a diferencia de nuestros pacientes adultos, en los cuales solo se consideró la posible indicación de trasplante intestinal en cuatro (1,5%) de los pacientes.

En nuestra serie de pacientes, el principal suministrador de la NPD es el hospital de referencia y solo la quinta parte lo recibe a través de una empresa de *catering*, que podría suponer una cierta descarga en la logística de los programas de nutrición parenteral para los profesionales del hospital. Respecto a las vías venosas en la administración de la NPD, se utilizaron más frecuentemente los catéteres tunelizados, si bien ha habido una reducción discreta respecto a su empleo, probablemente debida al mayor uso de los PICC.

La principal limitación de nuestro registro es que es voluntario y depende de la implicación de unos profesionales a los cuales muchas veces les falta tiempo para poder rellenar los datos de pacientes en un registro centralizado, por el gran tiempo que demanda la atención clínica a los pacientes con nutrición artificial. Además, el registro de las complicaciones es muy sucinto, y hace mención solo a las complicaciones infecciosas o metabólicas, si bien la tasa de infección está en un nivel adecuado a lo que refiere la literatura médica. Recientemente, el grupo NADYA ha puesto en marcha un nuevo registro que estará alojado en el Instituto de Salud Carlos III (<https://registoraras.isciii.es>) y que esperamos que continúe mejorando y anime a nuevos centros y profesionales sanitarios a unirse al registro del grupo NADYA. Creemos que un objetivo de mejora de nuestro registro es la recogida más

pormenorizada de parámetros de evolución clínica y de monitorización nutricional, así como de calidad de vida para pacientes y cuidadores, que permita demostrar la eficacia y eficiencia de este tipo de soporte nutricional tan especializado, así como el impacto sobre la salud de los pacientes.

Por último, desde el grupo NADYA opinamos que la nutrición parenteral domiciliaria debería ser regulada por la Administración Sanitaria (como ocurre con la nutrición enteral domiciliaria) en el marco del Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud, incluyéndola en la cartera de servicios de los diferentes servicios de salud de las diversas comunidades autónomas. A pesar de que el número de pacientes es bajo respecto a otras técnicas terapéuticas, ha habido un gran incremento en los últimos 25 años. Además, la atención de estos pacientes tan complejos absorbe mucho tiempo y recursos a los profesionales que se dedican a la nutrición artificial domiciliaria, de forma que la existencia de una normativa específica sobre nutrición parenteral domiciliaria redundaría en un beneficio claro para los profesionales y para los pacientes con NPD.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos mostrar nuestro agradecimiento a todos los miembros del grupo NADYA por su colaboración desinteresada en mantener activo el registro de pacientes con soporte nutricional a domicilio.

Agradecemos al Dr. Manuel Posada de la Paz, director del Instituto de Investigación de Enfermedades Raras y a todos sus colaboradores, destacando a Dña. Isabel Hermosilla, el apoyo y trabajo conjunto para hacer posible la nueva etapa del registro NADYA. Junto a ellos, el grupo NADYA está poniendo todos los medios posibles para que el registro vaya aumentando progresivamente la fiabilidad y calidad de los datos. Confiamos que el nuevo registro que estará alojado en el Instituto de Salud Carlos III (<https://registoraras.isciii.es>) continúe mejorando y anime a que nuevos centros y profesionales sanitarios se unan al mismo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. González Aguilera B, Oliveira G, García Luna PP, Pereira Cunill JL, Luengo LM, Pérez de la Cruz A, et al. Documento de consenso de expertos de Andalucía y Extremadura sobre la nutrición parenteral domiciliaria. *Nutr Hosp* 2017;34:784-91. DOI: 10.20960/nh.881
2. Wanden-Berghe C, Cuerda-Compes C, Álvarez-Hernández J, Pereira-Cunill JL, Carabaña-Pérez F, Gómez-Candela C. Nutrición parenteral domiciliaria en los pacientes oncológicos. *Hosp Domic* 2017;1:65-72. DOI: 10.22585/hospdomic.v1i2.15
3. Wanden-Berghe C, Pereira Cunill JL, Cuerda Compes C, Moreno Villares JM, Pérez de la Cruz A, Burgos Peláez R, et al. Nutrición parenteral domiciliaria en España durante 2014; informe del Grupo de Nutrición Artificial Domiciliaria y Ambulatoria NADYA. *Nutr Hosp* 2015;32:2380-4. DOI: 10.3305/nh.2015.32.6.10056
4. Wanden-Berghe Lozano C, Virgili Casas N, Ramos Boluda E, Cuerda Compes C, Moreno Villares JM, Pereira Cunill JL, et al. Nutrición parenteral domiciliaria en España durante 2016; informe del Grupo de Nutrición Artificial Domiciliaria y Ambulatoria NADYA. *Nutr Hosp* 2017;34(5):1497-501. DOI: 10.20960/nh.1686

5. Instituto Nacional de Estadística (INE). INEBASE. Madrid, España: INE; 2016. Citado el 2 de octubre de 2017. Disponible en: <http://www.ine.es/inebmenu/indice.htm>
6. Planas M, Castellá M, León M, Pita AM, García Peris P, Gómez Enterría P, et al. Nutrición parenteral domiciliaria: registro NADYA del año 2000. *Nutr Hosp* 2003;18:29-33.
7. Vashi PG, Dahlk S, Popiel B, Lammersfeld CA, Ireton-Jones C, Gupta D. A longitudinal study investigating quality of life and nutritional outcomes in advanced cancer patients receiving home parenteral nutrition. *BMC Cancer* 2014;14:593.
8. Massa Domínguez B. La hospitalización a domicilio en el siglo XXI. *Hosp Domic* 2017;1:7-9. DOI: <http://doi.org/10.22585/hospdomic.v1i1.8>.



## Carta al Editor

### HIPÓTESIS ALTERNATIVAS SOBRE LOS BENEFICIOS DE LOS FERMENTADOS SOBRE LA MICROBIOTA INTESTINAL

Sr. Editor:

Hemos leído la revisión de Moreno-Indias (1) a detenimiento y queremos expresar lo siguiente:

En primer lugar, hemos de manifestar que nos parece interesante la revisión que hace respecto al efecto benéfico de los polifenoles contenidos en la cerveza y, a la vez, la mención de los mismos presentes en el vino, ambas bebidas que pasan por un proceso de fermentación. Como ya se sabe, el efecto benéfico de los polifenoles en la modulación de la microbiota está ampliamente documentado. Y, como correctamente se refiere en el artículo, esto se debe a la fermentación por la cual cursan durante su elaboración tanto la cerveza como el vino. Sin embargo, sería interesante expandir algunos conceptos que creemos podrían ser considerados en revisiones futuras. En primer lugar, existen diversos alimentos como los encurtidos de los vegetales que, al pasar por proceso de fermentación gracias a la bacteria *Lactobacillus*, incrementan la diversidad de microorganismos benéficos en comparación con la poscosecha (2). Como sabemos, después de la cosecha de vegetales, la superficie de estos contiene diversos microorganismos que no necesariamente son benéficos. Por esta razón, es necesario añadir sal (NaCl) para controlar la tasa de crecimiento bacteriano. *Lactobacillus* tiene una gran tolerancia a la sal (3) y puede fermentar los glúcidos de los vegetales y acidificarlos, creando así un ambiente ácido que inhibe el crecimiento de otras bacterias. Sin embargo, existen diversas sustancias antimicrobianas que se ven favorecidas por la concentración de ácido láctico como el peróxido de hidrógeno, el dióxido de carbono, el diacetil y las bacteriocinas, que también pueden inhibir el crecimiento de bacterias patógenas. Asimismo, en un producto fermentado proveniente de la papa (*Solanum tuberosum*) se ha encontrado también *Lactobacillus* en grandes cantidades, así como otros microorganismos de alto impacto en la salud intestinal (4). Esto permitiría postular que podrían existir, tanto en los procesos de fermentación de la cerveza como en los

del vino, microorganismos de comportamiento similar a *Lactobacillus*, con efectos positivos para la proliferación de otras bacterias benéficas. La microbiota resultante podría ser la responsable del efecto benéfico (protector cardiovascular) atribuido al consumo moderado de alcohol, en sinergia o adicionalmente a los beneficios reportados de los polifenoles. Así, se podría proponer la tipificación de las bacterias existentes en los diversos tipos de fermentado gracias a las tecnologías de secuenciación de próxima generación (NGS) para poder determinar la naturaleza de cada microorganismo existente. Adicionalmente, estudios de metabolómica en función de variaciones de la microbiota podrían ayudar a esclarecer la composición de los metabolitos existentes en diversos fermentados y derivados. De este modo, podría establecerse una posible relación entre las poblaciones de microorganismos identificadas en la fermentación de la cerveza y la sinergia de las mismas en la microbiota intestinal en futuras investigaciones. Asimismo, una vez tipificada la microbiota presente en la cerveza, esta podría ser empleada en beneficio de la ciencia como posible recurso de antimicrobianos al testarse frente al crecimiento de patógenos (5).

Diego Bernardi Espinoza, Carlos Jiménez Guerrero  
y Pohl Milón Mayer

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Lima, Perú

### BIBLIOGRAFÍA

- Moreno-Indias I. Beneficios de los polifenoles contenidos en la cerveza sobre la microbiota intestinal. *Nutr Hosp* 2017;34(Supl. 4):41-4.
- Peng Q, Jiang S, Chen J, Ma C, Huo D, Shao Y, et al. Unique microbial diversity and metabolic pathway features of fermented vegetables from Hainan, China. *Front Microbiol* 2018;9:399. DOI: 10.3389/fmicb.2018.00399
- Yang JB, Ling DW. Biological basis and application. Beijing: China Light Industry Press; 1999. pp. 86-9.
- Jiménez E, Yépez A, Pérez-Cataluña A, Ramos E, Zúñiga D, Vignolo G, et al. Exploring diversity and biotechnological potential of lactic acid bacteria from tocosh –traditional Peruvian fermented potatoes– by high throughput sequencing (HTS) and culturing. *LWT - Food Sci Technol* 2018;87:567e574. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.09.033
- García-Gutiérrez E, Mayer MJ, Cotter PD, Narbad A. Gut microbiota as a source of novel antimicrobials. *Gut Microbes* 2018;1-21. DOI: 10.1080/19490976.2018.1455790



## Revisores 2018

El Comité de Redacción de *Nutrición Hospitalaria* agradece a todas las personas que a lo largo del año 2018 han colaborado de manera desinteresada en realizar la revisión por pares de los artículos recibidos. A continuación se relacionan:

Abril-Ulloa, Sandra Victoria  
 Abulmeaty, Mahmud  
 Aguiar Palacios, Luis Horacio  
 Aguilar Cordero, M.ª José  
 Aguilera Barreiro, María de los Ángeles Teresa  
 Ahmad, Mousa Numan  
 Alarcón Riveros, Mari  
 Albert García, Francisco J.  
 Alejo Ramos, Mirian  
 Alpuche Osorno, Juan José  
 Alvarenga, Livia  
 Alvero Cruz, José Ramón  
 Andía Meler, Víctor Manuel  
 Angarita Dávila, Lissé  
 Arroyo Helguera, Omar Elind  
 Arroyo-Izaga, Marta  
 Ávila-Escalante, María Luisa  
 Bacardi-Gascon, Montserrat  
 Baldeón, Manuel  
 Ballesteros Pomar, María  
 Baltasar, Aniceto  
 Barreiro Pérez, Flora  
 Barría Pailaquién, R. Mauricio  
 Becerra Granados, Luis Miguel  
 Béjar Prado, Luis María  
 Bekay, Rajaa  
 Bellido Guerrero, Diego  
 Beltrán Piña, Blanca Gladiana  
 Benítez Arciniega, Alejandra Donaji  
 Benítez Brito, Néstor  
 Bernal Fagiani, Marcela de Andrade  
 Bolaños Ríos, Patricia  
 Brazo Sayavera, Javier  
 Bretón Lesmes, Irene  
 Brito-Costa, Ana  
 Burgos Peláez, Rosa  
 Calleja Fernández, Alicia  
 Cantón, Ana  
 Cañedo, Elvira  
 Caracuel García, Ángel Manuel  
 Carbajo Caballero, Miguel  
 Carmona López, María Inés  
 Carsi, Ximena  
 Castellanos Ruelas, Arturo Francisco  
 Castro Albarrán, Jorge  
 Castro Grokoski, Kamila  
 Castro Quezada, Itandehui  
 Chalapud Narváez, Luz Marina  
 Cherubini Alves, Bruna  
 Crehua, Elena  
 Crujeiras, Ana Belén  
 Cruzat-Mandich, Claudia  
 Cuerda Compés, María Cristina  
 Cuesta Triana, Federico  
 Cupul-Uicab, Lea Aurora  
 Dallazen, Camila  
 De la Cruz Ares, Silvia  
 De Luis Román, Daniel Antonio  
 Diana, Ana Belén  
 Díaz Narváez, Víctor Patricio

Domínguez, Raúl  
 Durán Agüero, Samuel  
 Escobedo Monge, Marlene Fabiola  
 Escoto Ponce de León, Consuelo  
 Esparza Romero, Julián  
 Espejo Gutiérrez de Tena, Esther  
 Estévez Santiago, Rocio  
 Fernández Alba, Juan Jesús  
 Flores Peña, Yolanda  
 Freitas, Renata  
 García-Rodríguez, María del Carmen  
 García-Silva, Jaqueline  
 Germán Díaz, Marta  
 Gil Campos, Mercedes  
 Gil Madrona, Pedro  
 Gómez Brutón, Alejandro  
 Gómez de la Cuesta, Sara  
 Gómez Guzmán, Manuel  
 González, María  
 González de Agüero, Álex  
 González Gil, Esther  
 González-Correa, Clara Helena  
 Guppy, Fergus M.  
 Hernández Carranco, Roandy Gaspar  
 Hernández Ledesma, Blanca  
 Herrán Falla, Óscar  
 Jáuregui Lobera, Ignacio  
 Koglin, Gabriela  
 Lama Moré, Rosa Angélica  
 Leis, Rosaura  
 León Sanz, Miguel  
 Lizana Arce, Pablo A.  
 López Aliaga, María Inmaculada  
 López Daza, David  
 López Ejeda, Noemí  
 López Gómez, Juan José  
 López Urdiales, Rafael  
 López-Sobaler, Ana M.  
 Lozano Berges, Gabriel  
 Luengo Pérez, Luis Miguel  
 Machado-Rodríguez, Arístides M.  
 Marín, Jorge  
 Marrodán Serrano, María Dolores  
 Martín Hernández, Elena  
 Martínez del Río, Isabel  
 Martínez Olmos, Miguel A.  
 Martínez Sanz, José Miguel  
 Matute-Llorente, Ángel  
 Mauriz Gutiérrez, José Luis  
 Medina-Gómez, Begoña  
 Menéndez Lucca, Ana María  
 Mesa García, María Dolores  
 Molina-Garrido, María José  
 Moráis López, Ana  
 Moreno Villares, José Manuel  
 Morillo, María  
 Navarrete Aulestia, Salvador Antonio  
 Navarro Hernández, Rosa Elena  
 Nova, Esther  
 Namendys-Silva, Silvio

Oliveras, M.ª Jesús  
 Olmedilla Alonso, Begoña  
 Olveira, Gabriel  
 Ortega de la Torre, Ángeles  
 Ortiz Rodríguez, Briseidy  
 Padrón-Salas, Aldanely  
 Palma Milla, Samara  
 Pedrón Giner, Consuelo  
 Pedrosa, María Lucía  
 Pérez Castrillón, José  
 Pérez de la Cruz, Antonio  
 Pérez Fuentes, María del Carmen  
 Pérez Vogt, Bárbara  
 Piñero Corrales, Guadalupe  
 Portillo, María del Puy  
 Quiles i Izquierdo, Joan  
 Rangel Caballero, Luis Gabriel  
 Redecillas, Susana  
 Rivas García, Francisco  
 Robles Sardin, Alma Elizabeth  
 Rodrigues Moreira, Thais  
 Rodríguez Blanque, Raquel  
 Rodríguez Carnero, Gemma  
 Rojo Martínez, Gemma  
 Rubio Herrera, Miguel Ángel  
 Ruiz López, María Dolores  
 Ruiz Prieto, Inmaculada  
 Ruperto López, Mar  
 Ruvalcaba Ledezma, Jesús Carlos  
 Sánchez Rodríguez, Estefanía  
 Sánchez-Muniz, Francisco J.  
 Sánchez-Ramírez, Carmen Alicia  
 Sanjuan, Juan  
 Sanz Paris, Alejandro  
 Saravia Makowski, Luisa  
 Sepúlveda Gumán, Carlos Andrés  
 Skapino, Estela  
 Soto, Anxela  
 Stuaní Franzosi, Oellen  
 Susana Fuentes, Jessica  
 Tejera, Cristina  
 Téllez, Nieves  
 Terroba Larumbe, María Concepción  
 Troncoso Pantoja, Claudia  
 Valdés Hernández, Sergio  
 Valdete Guandalini, Regina  
 Valero Zanuy, María Ángeles  
 Vaquerizo Alonso, Clara  
 Vargas García, Miguel Antonio  
 Ventosa Viña, Marta  
 Vera Fontecha, Paola Verónica  
 Vidal Casariego, Alfonso  
 Villar Taibo, Rocío  
 Villegas Valle, Rosa Consuelo  
 Wall-Medrano, Abraham  
 Wanden-Berghe Lozano, Carmina  
 Weisstaub, Sergio Gerardo  
 Yanci Irigoyen, Javier  
 Yáñez Sepúlveda, Rodrigo  
 Zubiaga, Lorea



## Índice de Autores 2018

### A

Abajo S, 123  
 Aballay LR, 25  
 Abbas M, 1145  
 Abellán MS, 1174  
 Abrantes AM, 185  
 Abuín Fernández J, 98  
 Acevedo Fernández JJ, 588  
 Adelantado-Renau M, 1201  
 Afonso Gobbi YS, 606  
 Aganzo Yeves M, 747  
 Aguayo-Albasini JL, 942  
 Aguiar-Palacios LH, 888  
 Aguilár AS, 434  
 Aguilár Cordero MJ, 1079  
 Aguilár Trujillo MP, 820  
 Aguilár-Navarro M, 1366  
 Aguilera Otaño PA, 1221  
 Aguirre C, 957  
 Aguirre S, 50  
 Aguirre Guzmán N, 582  
 Aimar MA, 655  
 Ajejas Bazán MJ, 84  
 Alameda-Bailén JR, 1424  
 Alcántara-Laguna MD, 996  
 Aldeguer M, 1174  
 Alemán-Mateo H, 294  
 Alfenas RCG, 722, 1432  
 Alhambra Expósito MR, 505  
 Almeida BL, 1138  
 Almonds KGS, 104  
 Álvares-da-Silva MR, 140  
 Álvarez Hernández J, 1243, 1467, 1491, 224, 249  
 Alves CAD, 78  
 Alves CRB, 78  
 Alves PC, 140  
 Alves R, 185  
 Amador Licon N, 65  
 Amigo T, 305  
 Amir A, 1145  
 Amo Saus ME, 920  
 Andrade CPR, 104  
 Andrades Ramírez C, 1115  
 Anil M, 499  
 Anjos LA, 596  
 Anziliero F, 259  
 Aparecida de Castro E, 1416  
 Apezetxea Celaya A, 1491  
 Aponte Borda AD, 1221  
 Aquino RC, 59  
 Arantes SS, 1017  
 Argôlo D, 1124  
 Arhip L, 761  
 Arias V, 1316  
 Arias Díaz J, 6  
 Arias Téllez MJ, 44, 707, 936  
 Arijia V, 123  
 Arispon Cid J, 1115  
 Arnoriaga Rodríguez M, 761

Arraiza Irigoyen C, 1491  
 Arrieta F, 993  
 Arroyo Helguera OE, 841  
 Arruda IKG, 1153  
 Artero-Fullana A, 245  
 Artola S, 971  
 Asensio EM, 1090  
 Ashbaugh Enguñados R, 1243  
 Assis BS, 59  
 Assunção SNF, 78  
 Astorga L, 789  
 Ataollahi M, 33  
 Atas Berksoy E, 499  
 Audisio J, 655  
 Avilés V, 1243  
 Avitia GC, 833  
 Azcona-Sanjulián MC, 279  
 Azeredo VB, 169  
 Azevedo LA, 140

### B

Babio N, 1479  
 Baccaro F, 655  
 Badia-Tahull MB, 252, 469  
 Bagilet DH, 1263  
 Bahamondes Opazo R, 698  
 Balbino KP, 176, 461, 722  
 Balboa P, 789  
 Ballesteros-Pomar MD, 384  
 Bañuls C, 351  
 Barajas-Iglesias B, 1131  
 Barbosa Jr F, 1387  
 Barnuevo MD, 1174  
 Barragán R, 1090  
 Barragán Mejía G, 194  
 Barrera G, 683  
 Barrera-Martín A, 996  
 Barreto-Medeiros JM, 59  
 Barroso S, 169  
 Barroso SG, 416  
 Bartochevis JAB, 1138  
 Bartolomé Sánchez I, 689  
 Bedê TP, 169  
 Belanger-Quintana A, 993  
 Bellido Guerrero D, 511  
 Bellot PENR, 1100  
 Beltran-Valls MR, 1201  
 Benítez Brito N, 914  
 Benito Peinado PJ, 1416  
 Bento C, 1072  
 Berlana D, 252  
 Bermejo de las Heras S, 6  
 Bernardi JLD, 1298  
 Bernardi Spinoza D, 1497  
 Berral FJ, 1033  
 Bertani JPB, 140  
 Bes-Rastrullo M, 153  
 Betancourt-Núñez A, 864  
 Betancur Ancona D, 588, 928

Bezerra ADL, 201  
 Bibiloni MM, 612  
 Billiauws L, 731  
 Ble Castillo JL, 588  
 Blesa Baviera LC, 1054  
 Blesa Malpica AL, 6  
 Blondet V, 416  
 Boaventura GT, 416  
 Boj Carceller D, 903  
 Bolaños Ríos P, 1115  
 Bonini JS, 564  
 Bonomo LF, 318  
 Borges J, 1124  
 Boselli PM, 346  
 Bosetto AK, 564  
 Botelho MF, 185  
 Botella Carretero JI, 1005  
 Botigüé T, 1441  
 Bou-Sospedra C, 1201  
 Boza ML, 789  
 Bozzo R, 789  
 Braga Costa TM, 1387  
 Branquinho C, 550  
 Bravo P, 789  
 Bravo Soto J, 1079  
 Bressan J, 1432  
 Bretón Lesmes I, 761, 1243  
 Brum Kabke G, 633  
 Bueno Serrano CM, 505  
 Bueno-Antequera J, 131  
 Buncuga MG, 1263  
 Bunout D, 683  
 Burgos R, 1450  
 Burgos Peláez R, 1491  
 Bustos Medina L, 1049

### C

Caamaño Navarrete F, 533, 1270  
 Cáceres P, 38  
 Cachón Zagalaz J, 774  
 Cadena-Obando DA, 743  
 Çağan Appak Y, 499  
 Caicedo-Eraso JC, 110  
 Caire Juvera G, 979  
 Calañas-Continente A, 996  
 Calderón FJ, 305  
 Calderón Guzmán D, 194  
 Calleja-González J, 1331  
 Calmarza P, 782, 903  
 Calso M, 442  
 Camacho Parra ME, 1356  
 Camarero González E, 511  
 Cambor Álvarez M, 224, 761  
 Campillo-Soto Á, 942  
 Campos ABF, 847  
 Campos JM, 1100  
 Campos Amado J, 650  
 Campos Corleta O, 633  
 Campos del Portillo R, 489

- Campos Martín C, 1491  
 Campoy Folgado C, 1054  
 Cañada-Sanz E, 996  
 Canales E, 683  
 Cancino-Ramírez J, 312,1305  
 Cândido TLN, 1432  
 Cano-Cappellacci M, 1305  
 Cantanhede NAC, 948  
 Canteras-Jordana M, 359  
 Cantero Llorca, 351  
 Cantón Blanco A, 1243  
 Cao Sánchez P, 511  
 Caparrós-González RA, 332  
 Capps IV JW, 833  
 Carabaña F, 1005  
 Carabaña Pérez F, 1491  
 Cárdenas Villarreal VM, 1024  
 Cardoso AJPF, 669  
 Cardoso LMF, 416  
 Caressato Pinhanelli V, 570  
 Carrasco M, 612  
 Carrasco Navarro GN, 936  
 Carrasco Sanz A, 1054  
 Carrera Santalieu MJ, 1491  
 Carrillo-Alcaraz A, 942  
 Carrizález Yáñez L, 894  
 Cartas Rosado R, 1163  
 Carter-Thuiller B, 533  
 Carvalho KMB, 265  
 Carvalho MMF 318  
 Casals C, 820  
 Casals Sánchez JL, 820  
 Casellas F, 1450  
 Castellanos Ruelas A, 588  
 Castro Á, 827  
 Castro M, 538  
 Castro Alija MJ, 489  
 Castro Jiménez A, 999  
 Castro Lozano MÁ, 71, 384  
 Castro Sánchez M, 774  
 Castrodeza JJ, 650  
 Castro-Sousa F, 185  
 Castro-Vega I, 351  
 Cavalcante A, 1124  
 Celis de la Rosa AJ, 162, 1394  
 Celis-Morales C, 400  
 Cervantes Ríos E, 519  
 Cervera Peris M, 224  
 Chacín JS, 971  
 Chacón Cuberos R, 774  
 Charles-Niño C, 1394  
 Chaves Conde M, 428  
 Chel Guerrero L, 588, 928  
 Cid-Arnes MP, 881  
 Cid-Hernández M, 162  
 Círiz-de-los-Ríos C, 1450  
 Coelho D, 1100  
 Coelho FA, 90  
 Cofré-Lizama A, 1270  
 Colín Ramírez E, 1163  
 Collado Martín Y, 689  
 Colls González M, 469  
 Colpo E, 753  
 Contreras CJ, 1174  
 Contreras I, 789  
 Cordeiro A, 847, 1072  
 Cordero ML, 538  
 Corella D, 1090  
 Corella-Madueño MA, 1379  
 Cornejo Bauer C, 1257  
 Correa-Rotter R, 1163  
 Cortell-Tormo JM, 1401  
 Cortés-Castell E, 527, 1024  
 Costa BP, 185  
 Costa CAS, 416  
 Cristi-Montero C, 881  
 Crivelli A, 655  
 Cruz S, 421, 1215  
 Cruz SP, 421, 1215  
 Cruz-Mejía S, 841  
 Cruz-Serrano JA, 1394  
 Cuerda Compés C, 761, 1491  
 Cuevas Nasu L, 408  
 Culebras JM, 1252  
 Cunha KA, 90  
 Cupeiro Coto R, 305  
 Cupu-Uicab LA, 148
- D**  
 Da Silva BAM, 596  
 Da Silva DCG, 326  
 Dachi L, 753  
 Dal Re MA, 650  
 Dall'Alba V, 140  
 Dalmau J, 248  
 Daltro AFCS, 104  
 Daly A, 237  
 De Aguilar-Nacimiento JE, 1017  
 De Arriba Muñoz A, 782  
 De Castro CMMB, 1153  
 De Cos AI, 971  
 De Feo P, 655  
 De la Calle de la Rosa L, 6  
 De la Fuente Salvador B, 384  
 De la Fuente-Arrillaga C, 153  
 De la Maza MP, 683  
 De la Peña S, 841  
 De Luis Román DA, 71, 384, 827, 1491  
 De Mingo ML, 971  
 De Oliveira BAP, 570  
 De Paz JA, 340  
 De Paz Fernández JA, 543  
 De Ulíbarri Pérez JI, 1001  
 Dehghani SM, 33  
 Del Coso J, 1366  
 Del Olmo García MD, 1243  
 Del Pozo-Rubio R, 920  
 Del Talló Forga Visa M, 1491  
 Delfa-de-la-Morena JM, 1416  
 Delgado Brito I, 914  
 Delgado-Floody P, 533, 805, 1270  
 Derado M, 538  
 Dessordi R, 1387  
 Dias Barreiro T, 633  
 Díaz Guardiola P, 1491  
 Díaz López KJ, 979  
 Díaz Martín JJ, 1054  
 Díaz-Martínez X, 400  
 Díaz-Zavala RG, 1379  
 Diniz AS, 1153  
 Dock-Nascimento DB, 1017  
 Dolinsky M, 416
- Doménech-Asensi G, 359  
 Domínguez Fernández S, 84  
 Dorneles TC, 1059  
 Durán López HH, 841  
 Durán Martínez R, 511  
 Dutra ES, 265
- E**  
 Eche D, 1372  
 Egocheaga I, 971  
 El Kirk RM, 1059  
 Epifânio APS, 461  
 Erauzkin J, 1331  
 Escalante Lorenzana NR, 854  
 Escartin Arias A, 1340  
 Escribano-Sotos F, 920  
 Esparza Ros F, 661  
 Espinosa Calvo M, 505  
 Espinosa-Cuevas A, 1163  
 Espinoza J, 38  
 Espinoza Pérez A, 894  
 Espinoza-Gallardo AC, 962  
 Estébanez Carvajal FM, 820
- F**  
 Fabbri R, 564  
 Fabio N, 864  
 Fargas F, 123  
 Farías P, 1033  
 Fayh APT, 201  
 Fermino BL, 564  
 Fernández Alba JJ, 874  
 Fernández Castillo R, 1079  
 Fernández Cotarelo MJ, 1340  
 Fernández Morató J, 252  
 Fernández-Argüelles D, 557  
 Fernández-Cueto N, 881  
 Fernández-Río J, 557  
 Ferrari Piquero JM, 1009  
 Ferreira AP, 434  
 Ferreira FG, 326  
 Ferreira PK, 633  
 Ferreira SMS, 1387  
 Ferreira Nicoletti C, 570  
 Ferreira-Hermosillo A, 743  
 Ferrer-García JC, 245  
 Ferrero López I, 1243  
 Filho NS, 948  
 Fiochi RSF, 416  
 Flores N, 50, 620  
 Flores Aldana M, 1186  
 Flores Lazdin M, 655  
 Flores Sánchez JJ, 1356  
 Flores-García AL, 117  
 Florido López F, 999  
 Fonseca LC, 1298  
 Fonseca VM, 596  
 Fornasini M, 50  
 Forneris M, 25  
 Fraga AS, 1310  
 França AKTC, 948  
 Franceschini SCC, 461  
 Freitas PA, 104  
 Freitas-Junior R, 576  
 Friedman R, 201  
 Frongillo EA, 1379

Frost K, 237  
 Fuentes Lugo D, 474  
 Fuentes Pradera J, 428  
 Fuentes-Azpiroz M, 1331  
 Furtado MCMB, 1100

**G**

Galdón A, 971  
 Galera-Gordo J, 1229  
 Gallego Fernández C, 4  
 Gálvez Moreno MA, 505, 698  
 Gamboa-Delgado E, 1042  
 García Calvo S, 384  
 García Contreras AA, 909  
 García de Lorenzo A, 1252  
 García Delgado Y, 1491  
 García Feregrino R, 1186  
 García Fuentes C, 1257  
 García García I, 1079  
 García Hermoso A, 368  
 García Íñiguez JA, 909  
 García Luna PP, 428  
 García Meseguer MJ, 368  
 García Montalvo IA, 582  
 García Morales C, 1356  
 García Núñez MA, 914  
 García Peris P, 761  
 García Ríos P, 854  
 García Romero R, 782  
 García Torres F, 98  
 García Vázquez N, 442  
 García Zafra MV, 1491  
 García-Alonso FJ, 359  
 García-Blasco L, 245  
 García-Gomar ML, 888  
 García-Jaén M, 1401  
 García-Manzanares Á, 1450  
 García-Pinillos F, 533, 805  
 Garde Orbaiz C, 1491  
 Garrido-Méndez A, 400  
 GENOI members, 279  
 GERECS, 234  
 Gerrard A, 237  
 Gesteiro E, 1229  
 Giacometto M, 1316  
 Gil Arias A, 1416  
 Gil Martínez MC, 1491  
 Gil-Campos M, 1054  
 Gil-Guillén VF, 527  
 Giner M, 6  
 Godinho-Mota JCM, 576  
 Godoy CMA, 1100  
 Godoy EP, 1100  
 Golin A, 753  
 Gomes AS, 434  
 Gomes HB, 1138  
 Gomes Beghetto M, 259  
 Gómez Hoyos E, 71, 384, 827  
 Gómez-Arenas A, 1401  
 Gómez-Candela C, 442, 489, 1491  
 Gómez-Gallego C, 359  
 Gomis Muñoz P, 1009  
 Gonçalves VMS, 1215  
 Gonçalves AC, 185  
 Gonçalves Fruchtenicht AV, 633  
 Gontarev S, 1208, 1275

González Castell D, 1186  
 González Macías MC, 874  
 González Martínez-La Cuesta E, 642  
 González Rosendo G, 796  
 González San Martín A, 1049  
 González-Correa CH, 110  
 González-Gross M, 1229  
 González-Lamuño D, 305  
 González-Mesa E, 751  
 González-Rojas L, 312, 1305  
 González-Valdivieso J, 252  
 Gonzalo M, 98  
 Gonzalo Marín M, 1491  
 Grande E, 224  
 Graniel Guerrero J, 519  
 Gregório E, 564  
 Grijota Pérez FJ, 689  
 Grupo NADYA-SENPE, 1491  
 Guandalini VR, 1138  
 Guerra JFC, 318  
 Guevara DA, 50  
 Guevara Valtier MC, 1024  
 Guidi Saueressig M, 633  
 Guillén I, 1174  
 Guillén Hernández M, 1163  
 Gutiérrez Trujillo J, 796  
 Gutiérrez-Hervás A, 527  
 Gutiérrez-Medina S, 971  
 Guzmán-Guzmán IP, 1270

**H**

Haby MM, 1379  
 Hazbún Game J, 1049  
 Henríquez Konings F, 1049  
 Hermsdorff HHM, 176, 461  
 Hernández M, 1174  
 Hernández Cordero S, 1186  
 Hernández García E, 194  
 Hernández Rocha J, 909  
 Hernández-Guerrero C, 811  
 Hernández-Herrera M, 1372  
 Hernández-Mijares A, 351  
 Herrera-Martínez AD, 505, 698  
 Herrero Heras A, 747  
 Herrero Martín G, 1115  
 Heydari M, 33  
 Higuera de la Tijera F, 677  
 Hirsch S, 683  
 Hoban R, 237  
 Honar N, 33  
 Hormazábal-Peralta A, 38  
 Huber-Pérez T, 881  
 Huesca L, 294

**I**

Iglesias Blázquez C, 543  
 Iglesias Conde A, 1115  
 Iglesias Millán A, 1441  
 Iglesias-Flores E, 996  
 Ikhanipour H, 33  
 Iqbal Z, 1145  
 Irigoyen Camacho ME, 620  
 Irlés Rocamora JA, 428, 1491  
 Isoard-Acosta F, 811  
 Ivanski F, 564  
 Izaola O, 827

Izaola Jáuregui O, 71, 384  
 Izbal M, 1145

**J**

Jáuregui-Lobera I, 1115, 1131  
 Javaherizadeh H, 33  
 Jerez Mayorga D, 533, 805, 1270  
 Jiménez Aguilar A, 408, 1186  
 Jiménez Fonseca P, 224  
 Jiménez Guerrero C, 1497  
 Jiménez-Trujillo MI, 84  
 Joly F, 731  
 Jordão Jr AA, 1387  
 Jorge MP, 176, 722  
 Jorquera P, 789  
 Jorquera Plaza F, 543  
 Juárez Olguín H, 194  
 Juárez Ramos P, 1356  
 Juárez-Iglesias M, 1479  
 Jukic I, 1331  
 Julibert A, 612  
 Jurado Vázquez B, 854  
 Juste-Ruiz M, 527

**K**

Kalac R, 1208, 1275  
 Kazarez M, 661  
 Khan I, 1145  
 Kitchen S, 237  
 Königsberg Fainstein M, 519

**L**

Labarta Aizpún JI, 782  
 Ladeia AM, 1310  
 Lage NN, 318  
 Lahoz García N, 368  
 Lanuza Rilling F, 1049  
 Laporta-Herrero I, 1131  
 Larrosa-Haro A, 286  
 Latorre-Román PÁ, 533, 805  
 Lavedán A, 1441  
 Laviada Molina H, 928  
 Laza V, 375  
 Lazarevich I, 620  
 Lázaro Cebas A, 1009  
 Lazzarini TS, 1138  
 Le Beyec-Le Bihan J, 731  
 Leão DOD, 265  
 Lega-Arrese A, 131  
 Leibar X, 1331  
 Leis Trabazo R, 1054  
 Leiva AM, 400  
 Leiva-Badosa E, 252, 469  
 Lekue JA, 1331  
 Lema-Marqués B, 1450  
 Lencu C, 375  
 León-Verdín MG, 1085  
 Leporati J, 25  
 Leyton-Dinamarca B, 312  
 Leyva-López A, 148  
 Leyva-Vela B, 392  
 Lima EMB, 1138  
 Lima F, 98  
 Lima FF, 1195  
 Lima WG, 318  
 Linares-Segovia B, 894

Lizana PA, 38, 1033  
 Llàcer Furió Á, 1340  
 Llop Talavarón J, 469  
 Llorente Barrio M, 903  
 Lluch Taltavull J, 606  
 Loera-Rodríguez LH, 1394  
 Lomba G, 1005  
 Longo GZ, 90, 326  
 Lopes JMM, 318  
 Lopes RCSO, 722  
 López FJ, 1174  
 Lopez JA, 59  
 López JJ, 827  
 López M, 50  
 López Gómez JJ, 71, 384  
 López López C, 1257  
 López Teros MT, 294  
 López Travieso R, 914  
 López-Aliaga I, 1324  
 López-de-Andrés A, 84  
 López-Espinoza A, 962  
 López-Laval I, 131  
 López-Sobaler AM, 1347  
 López-Teros M, 811  
 López-Teros V, 1379  
 Loria Kohen V, 489  
 Lotrean LM, 375  
 Louro MB, 434  
 Loya Méndez Y, 833  
 Lozano M, 1287  
 Lozano Fuster FM, 1243  
 Luca B, 971  
 Lucas de la Cruz L, 368  
 Luengo Pérez LM, 224, 1491  
 Luiza Luca B, 747  
 Luna M, 767  
 Luquetti SCPD, 434

## M

MacDonald A, 237  
 Machado SN, 421  
 Macias-Island MA,  
 Maciel LMZ, 1387  
 MacLoughlin R, 11  
 Magalhães PKR, 1387  
 Magallanes Rodríguez AG, 888  
 Maia CSC, 104  
 Maia S, 1124  
 Maio R, 1153  
 Maiz Jiménez MI, 1491  
 Maldonado-Vargas L, 271  
 Mansorian B, 1107  
 Manyes L, 1287  
 Manzano García G, 505  
 March G, 123  
 Marchini JS, 570  
 Marco-Alacid C, 245  
 Marcos A, 1450  
 Marhuenda J, 1174  
 Marques A, 550, 753  
 Márquez-Sandoval F, 864  
 Marti A, 279  
 Martín Ferrero MÁ, 71  
 Martín Folgueras T, 1491  
 Martín Fontalba MÁ, 1491  
 Martín Palmero MÁ, 1491

Martín Salvador A, 1079  
 Martín-Palmero A, 489  
 Martín-Vega A, 442  
 Martínez JA, 279  
 Martínez MA, 400  
 Martínez Costa C, 1491  
 Martínez Faedo C, 1491  
 Martínez García TE, 1424  
 Martínez Moreno AG, 962  
 Martínez-Cordero C, 65, 1085  
 Martínez Redondo I, 782  
 Martínez-Alvarado JR, 888  
 Martínez-Bernabé E, 252  
 Martínez-Castro B, 252  
 Martínez-Castro N, 811  
 Martínez-Cordero C, 65, 1085  
 Martínez-García A, 392  
 Martínez-García C, 1424  
 Martínez-González MÁ, 153  
 Martínez-Pardo M, 993  
 Martínez-Peinado M, 627  
 Martínez-Rodríguez A, 392  
 Martínez-Salazar C, 533, 1270  
 Martínez-Sanz JM, 1401  
 Martínez-Téllez B, 707  
 Martínez-Vizcaíno V, 368  
 Martino HSD, 722  
 Martins KA, 576  
 Martís Sueiro A, 511  
 Masot O, 1441  
 Matafome P, 185  
 Mateo-Lobo R, 1005  
 Mateu-de Antonio J, 252  
 Matia Martín P, 489, 1491  
 Matias JB, 1310  
 Matías Pérez D, 582  
 Matos A, 767, 1215  
 Matos AC, 1072  
 Matos MG, 550  
 Mauri Roca S, 1491  
 Mayolas-Pi C, 131  
 Medrano-González R, 1394  
 Mejía Saavedra J, 894  
 Melo AL, 59  
 Mendes PSA, 78  
 Mendes RML, 669  
 Méndez Díaz SY, 582  
 Méndez Gómez Humarán I, 408  
 Menéndez Arias C, 543  
 Meneses D, 442  
 Mercadal Orfila G, 606  
 Merchán-Clavellino A, 1424  
 Mesa Páez C, 874  
 Miana-Mena MT, 252  
 Miangolarra-Page JC, 1416  
 Mias Carballal MC, 1340  
 Mielgo-Ayuso J, 1331  
 Miján-de-la-Torre A, 489  
 Milenkovski J, 1208  
 Milla Tobarra M, 368  
 Milón Mayer P, 1497  
 Miranda J, 1441  
 Miranda Félix PE, 1024  
 Miranda-Alatriste PV, 1163  
 Mirerachs-Aranda N, 252  
 Mirza-Aghazadeh Attari M, 1107

Misovski A, 1208  
 Mohebbi I, 1107  
 Molina Baeza B, 1491  
 Molina Puerta MJ, 698  
 Molina Soria JB, 1243  
 Molina-Ayala MA, 743  
 Molina-Puertas MJ, 996  
 Moliner-Urdiales D, 1201  
 Monnerat JAS, 416  
 Monroy-Torres R, 894  
 Montejo González JC, 1243, 1257  
 Mora Mendoza A, 914  
 Morais SHO, 90  
 Moráis López A, 1054  
 Morales Guerrero JC, 1356  
 Morales Ruán MC, 408  
 Morales-Sánchez E, 162  
 Morán López JM, 1491  
 Moravej H, 33  
 Moreira AVB, 176  
 Moreira LF, 633  
 Moreira OC, 340  
 Moreira V, 767  
 Morel-Azanza L, 279  
 Moreno JM, 248  
 Moreno Aznar LA, 1479  
 Moreno Corral LJ, 874  
 Moreno González M, 312  
 Moreno Vargas EV, 65  
 Moreno Villares JM, 1, 1054, 1243, 1255  
 Moreno-Moreno P, 698  
 Moretti D, 1263  
 Mories Álvarez MT, 489  
 Mota BF, 416  
 Mota JF, 576  
 Mota SKA, 1310  
 Motilla de la Cámara M, 761  
 Moya-Martínez P, 920  
 Mundo Rosas V, 1186  
 Munguia-Izquierdo D, 131  
 Muñoz E, 538  
 Muñoz EB, 50  
 Muñoz Alférez MJ, 1324  
 Muñoz Claro R, 1305  
 Muñoz Esparza NC, 286  
 Muñoz Garach A, 1003  
 Muñoz Marín D, 689  
 Muñoz Torres M, 1003  
 Muñoz-Carvajal Y, 1316  
 Muñoz-Guerra J, 1366  
 Muñoz-Montes N, 1085  
 Murgadella-Sancho A, 252  
 Murillo-Castillo KD, 1379  
 Murillo-Fuentes A, 131  
 Murillo-Lorente V, 131  
 Muros Molina JJ, 774

## N

Nadal-Nicolás Y, 392  
 Naia A, 550  
 Nájera Medina O, 620  
 Nanjari R, 881  
 Nascimento LP, 564  
 Nascimento M, 1124  
 Navarro A, 25  
 Navarro AM, 1387

Navarro Meza M, 841, 962  
 Navarro-Alarcón M, 627  
 Navas López V, 1054  
 Negrete-Cortés AJ, 888  
 Neto MM, 1195  
 Newton-Sánchez OA, 117  
 Nissensohn M, 474  
 Nogueras-López F, 627  
 Nonino CB, 570  
 Noronha NY, 570  
 Norte A, 1401  
 Notario Pacheco B, 368  
 Nuin C, 1441  
 Núñez-Núñez MA, 1085  
 Núñez-Palma C, 1316

**O**

Ocampo-Torres M, 271  
 Ocón Bretón MJ, 224  
 Ojeda S, 993  
 Ojeda-Rodríguez A, 279  
 Olearo B, 346  
 Oliveira AC, 104  
 Oliveira AMG, 1100  
 Oliveira BAS, 19  
 Oliveira CEP, 340  
 Oliveira E, 1124  
 Oliveira JM, 176  
 Oliveira LL, 176  
 Oliveras López MJ, 627  
 Olmos González C, 1316  
 Olsina Kissler JJ, 1340  
 Olveira G, 1, 98  
 Olvera Hernández V, 588  
 Orbaneja MA, 1009  
 Orces CH, 1066  
 Orejana Martín M, 1257  
 Ortega C, 1090  
 Ortega RM, 1347  
 Ortiz CJ, 1491  
 Ortiz GG, 162, 1394  
 Ortiz Félix RE, 1024  
 Ortiz Gordillo MJ, 428  
 Ortiz Herrera M, 194  
 Ortiz Muñiz R, 519  
 Ortiz-Andrade R, 928  
 Ortiz-Gress AA, 271  
 Ortola A, 827  
 Ortolá Buigues A, 71  
 Osnaya Brizuela N, 194  
 Osorio Gómez GF, 428  
 Ostojic SM, 1331  
 Oviedo-Caro MÁ, 131  
 Özyurt G, 499

**P**

Pablo Bravo S, 1009  
 Pacheco-Moisés FP, 162, 1394  
 Pachón Ibáñez J, 428  
 Padillo-Cuenca JC, 996  
 Paes-Silva RP, 1153  
 Palacio Abizanda E, 914  
 Palazón-Bru A, 527  
 Palma Milla S, 442, 489  
 Palomares Ortega R, 698  
 Parada A, 957

Pardo Merino A, 854  
 Paris-García F, 131  
 Parra Martínez C, 1424  
 Pastor MC, 1201  
 Patiño-Villena B, 642  
 Paublete Herrera MC, 874  
 Paz ES, 104  
 Pedrón Giner C, 495  
 Pedrosa ML, 318  
 Peinado AB, 305  
 Peinó García R, 511  
 Peiró J, 1287  
 Penacho Lázaro MÁ, 1491  
 Peñarubia-Lozano C, 131  
 Perales-García A, 1347  
 Peralta-Peña SL, 148  
 Peralta-Ramírez MI, 332  
 Pereira PF, 326  
 Pereira RR, 318  
 Pereira S, 421  
 Pereira SE, 847  
 Pereira TSS, 1138  
 Pereira Cunill JL, 428, 1491  
 Pereyra-García Castro F, 914  
 Pérez Campos E, 582  
 Pérez de Ciriza Cordeu M, 761  
 Pérez de la Cruz A, 1491  
 Pérez Delgado N, 914  
 Pérez Farinós N, 84, 650  
 Pérez Guarinos CV, 942  
 Pérez Hernández JL, 677  
 Pérez Quintero M, 689  
 Pérez-Bravo F, 957  
 Pérez-Leighton C, 1316  
 Pérez-Lizaur AB, 811  
 Pervez L, 1145  
 Pessoa MC, 90  
 Pessoa-Alves B, 753  
 Petermann F, 400  
 Petrie Carrillo MA, 854  
 Petto J, 1310  
 Picó C, 1479  
 Pigott A, 237  
 Pimenta NMA, 416  
 Pinho CPS, 669  
 Pinto A, 237  
 Pintor de la Maza B, 1491  
 Pinzón Espitia OL, 1221  
 Pirán Arce MF, 25  
 Plata MM, 1366  
 Plaza-Díaz J, 936  
 Pobleto-Valderrama F, 400  
 Polanco I, 1450  
 Pomiglio G, 655  
 Ponce González MÁ, 1491  
 Ponce-González JG, 1331  
 Pons A, 612  
 Pons-Busom M, 252  
 Pontes ERJC, 19  
 Porras N, 98  
 Portillo Reyes V, 833  
 Portolés O, 1090  
 Portugal MLT, 104  
 Pozuelo Carrascosa DP, 368  
 Previdell AN, 59  
 Prieto López C, 903

Primo D, 827  
 Puga Díaz R, 796  
 Puy-Portillo M, 1450

**Q**

Quaglino M, 1263  
 Quijada Fraile P, 495  
 Quinhoneiro DCG, 570  
 Quintana Ángel B, 428  
 Quintana López VA, 979  
 Quintero Gutiérrez AG, 796  
 Quintero-Lesmes DC, 1042  
 Quizán-Plata T, 1379

**R**

Ramada JM, 1287  
 Ramalho A, 421, 767, 847, 1072, 1215  
 Ramalho RBR, 416  
 Ramírez MJ, 279  
 Ramírez Gómez X, 894  
 Ramírez-Ramírez V, 162  
 Ramos A, 1124  
 Ramos EG, 596  
 Ramos LB, 59  
 Ramos Boluda E, 1491  
 Ramos Carrasco A, 1340  
 Razquin C, 153  
 Ré MD, 1263  
 Rea Rosas A, 909  
 Rebollo-Román Á, 996  
 Reck-de-Jesus S, 753  
 Redecillas Ferreiro S, 1054  
 Regueras Santos L, 543  
 Reis LLT, 318  
 Reis VG, 90  
 Restini LAO, 1387  
 Reverter-Masia J, 131  
 Reyes S, 50  
 Reyes Leal G, 833  
 Ribalta Refé R, 1340  
 Ribeiro AQ, 722  
 Ribeiro SMR, 176, 461  
 Ribeiro VM, 169  
 Ribeiro VS, 948  
 Ribot B, 123  
 Rincón-Sánchez AR, 1394  
 Ríos Barreiro V, 511  
 Riveiro J, 1005  
 Rivera Mancía S, 1163  
 Rivero-Moragrega P, 1394  
 Rizo-Baeza MM, 527, 1024  
 Robledo T, 650  
 Robles Silva A, 1042  
 Rocchetti NS, 1263  
 Rocha GS, 169, 416  
 Roche-Seruendo LE, 805  
 Ródenas Esteve I, 211  
 Rodrigues LEA, 1310  
 Rodríguez Blanco B, 511  
 Rodríguez Cruz L, 519  
 Rodríguez Fernández LM, 543  
 Rodríguez Iglesias MJ, 511  
 Rodríguez León M, 909  
 Rodríguez Martínez G, 782  
 Rodríguez Ortega P, 489  
 Rodríguez-García J, 1085

Rodríguez-Tadeo A, 642  
 Rojas R, 1316  
 Rojas Ochoa A, 194  
 Rojas-Gómez DM, 1316  
 Rojas-Larios F, 117  
 Rojo Martínez G, 98  
 Rojo Valdés J, 511  
 Rojo-Tirado MÁ, 305, 1416  
 Romero González B, 332  
 Romero Velarde E, 909  
 Romero-Moraleda B, 305  
 Romero-Velarde E, 286  
 Rondini G, 346  
 Roriz AKC, 59  
 Ros E, 1479  
 Ros Berrueto G, 359, 642  
 Rosa TCA, 19  
 Rubí Vargas M, 148  
 Rubio L, 1090  
 Rueda A, 993  
 Rueda Robles A, 627  
 Ruiz Díaz MÁ, 854  
 Ruiz Garrido M, 442  
 Ruiz-Díez F, 123

**S**

Sabido R, 1005  
 Saboya C, 421, 827  
 Sáenz de Pipaón M, 1054  
 Salas-Salvadó J, 1479  
 Salgado JV, 948  
 Salguero Alcañiz MP, 1424  
 Sally EOF, 596  
 Salom Vendrell C, 351  
 San José González MA, 1054  
 Sánchez Martos EÁ, 1491  
 Sánchez Medina MA, 582  
 Sánchez Puente M, 689  
 Sánchez Rodríguez J, 1115  
 Sánchez Sánchez R, 1491  
 Sánchez Torralvo FJ, 98  
 Sánchez Valverde F, 1054  
 Sánchez-Delgado G, 707  
 Sánchez-Juan C, 245  
 Sánchez-Muniz FJ, 738  
 Sánchez-Ramírez CA, 117  
 Sánchez-Sánchez E, 1324  
 Sánchez-Vilar Burdiel O, 1491  
 Sanmartín-Suñer M, 252  
 Santa S, 237  
 Santacruz E, 1005  
 Santamaría del Ángel D, 194  
 Santiago S, 153  
 Santos AM, 948  
 Santos EM, 948  
 Santos J, 1450  
 Santos TBN, 1298  
 Santos Epifanio AP, 176  
 Santos Sanz S, 650  
 Santoscoy JF, 1394  
 Sanz Paris A, 903, 1491  
 Sanz-Revert R, 245  
 Sanz-Valero J, 211  
 Sarmiento-Ribeiro AB, 185  
 Sated-Germán MA, 1131  
 Schott M, 753

Schwanke CHA, 1059  
 Segheto W, 90, 326  
 Seïça R, 185  
 Sendrós Madroño MJ, 224  
 Serra-Majem L, 474, 503  
 Serrano N, 1042  
 Serrano Aguayo P, 428  
 Serrano Negro E, 874  
 Servín Abad L, 677  
 Servín Caamaño A, 677  
 Settecase CJ, 1263  
 Shamah Levy T, 408  
 Shinn M, 1009  
 Silva AAM, 948  
 Silva AS, 1195  
 Silva CSO, 1195  
 Silva DCG, 90  
 Silva FMC, 434  
 Silva G, 1124  
 Silva IWSM, 416  
 Silva Jr JM, 1017  
 Silva LR, 78  
 Silva MB, 948  
 Silva ME, 318  
 Silva TF, 1195  
 Silva WCFN, 564  
 Simpson MC, 1033  
 Siquier Coll J, 689  
 Soares LR, 576  
 Solis-Urra P, 881  
 Soria-Aledo V, 942  
 Soriano T, 971  
 Soriano del Castillo JM, 346  
 Soriguer F, 98  
 Sorlí JV, 1090  
 Sorte NCAB, 78  
 Sorto-Gómez TE, 162  
 Sosa Crespo I, 928  
 Sospedra I, 1401  
 Soto Pazos E, 874  
 Soto-Sánchez J, 44, 312, 707, 1305  
 Souza G, 767, 1215  
 Souza Pinhel MA, 570  
 Spiers S, 1009  
 Sreekantam S, 237  
 Stan O, 375  
 Stanescu S, 993  
 Stojmanovska DS, 1208  
 Strivens Vilchez H, 332  
 Suárez DP, 1042  
 Suárez Arana M, 751  
 Suárez Llanos JP, 914, 1491  
 Suárez-Cadenas E, 820  
 Sunyer-Esquerrà N, 252  
 Szendrei B, 305  
 Szlagatys-Sidorkiewicz A, 11

**T**

Tapia MJ, 98  
 Tavano-Colaizzi L, 811  
 Tedrus GMA, 1298  
 Teixeira CC, 416  
 Teixeira JS, 847  
 Tejera Pérez C, 1491  
 Tenorio Jiménez C, 999  
 Terrados N, 1331

Terrazas-Medina EA, 148  
 Thomas M, 731  
 Toffolo MCF, 434  
 Toledo E, 153  
 Toledo-Bonifás M, 1201  
 Tomiya MTO, 1153  
 Toniato TS, 1138  
 Torrejón C, 789  
 Torrente Vela SA, 1257  
 Torres B, 827  
 Torres Corts A, 1340  
 Torres Torres B, 71, 384  
 Torres-Sánchez ED, 162  
 Toscano LT, 1195  
 Traverso M, 655  
 Travieso-Suárez L, 495  
 Trejo-Osti LE, 271  
 Trifu D, 971  
 Troyo Sanromán R, 909  
 Trujillo-Ortiz JA, 1085  
 Tur JA, 612

**U**

Ud Din Z, 1145  
 Urgeles Planella JR, 1491  
 Uribe Martínez E, 909  
 Urquidez-Romero R, 294, 642  
 Urrialde R, 1347  
 Üzümlü O, 499

**V**

Vahabzadeh D, 1107  
 Valença S, 169  
 Valenzuela Bravo DG, 408  
 Valenzuela Peraza A, 194  
 Valério JMS, 564  
 Valero M, 442  
 Vallejo M, 1163  
 Van Keulen HV, 434  
 Vaquero Cristóbal R, 661  
 Vaquero Puertas C, 384  
 Vázquez-Garibay EM, 286, 909  
 Vaz-Gonçalves L, 576  
 Vázquez C, 971  
 Vázquez Barrios V, 854  
 Vázquez Cisneros LC, 962  
 Vázquez Martínez C, 747  
 Vázquez Sánchez MÁ, 820  
 Vázquez-Alfárez MC, 1450  
 Vázquez-Ruiz Z, 153  
 Vega-Piñero B, 1005  
 Velasco Gimeno C, 761  
 Velázquez-Alva MC, 620  
 Velázquez-Brizuela IE, 1394  
 Velickovska LA, 1208, 1275  
 Verdú-Fernández MÁ, 942  
 Vermeulen KM, 1100  
 Veses Martín S, 351  
 Vidal Casariego A, 511  
 Vidal-García E, 612  
 Vila-Bundó A, 252  
 Villalobos Mori R, 1340  
 Villalón Mir M, 627  
 Villanueva Sánchez J, 796  
 Villar C, 650  
 Villar Sánchez Á, 874

Villar Taibo R, 511  
 Villarino A, 1450  
 Virgili Casas N, 489, 1243, 1491  
 Virizueta JA, 224  
 Vitales-Farrero MT, 252  
 Vizmanos B, 864  
 Voltas-Arribas B, 245

**W**

Wagmacker DS, 1310  
 Wahrlich V, 596  
 Wanden-Berghe C, 211, 1243, 1491  
 Wörnberg J, 84

Watrobska-Swietlikowska D, 11  
 Weisstaub G, 44, 789

**X**

Xochihua Rosas I, 841

**Y**

Yilmaz O, 237  
 Yusta Boyo MJ, 650

**Z**

Zafrilla Rentero P, 1174  
 Zagalaz Sánchez ML, 774

Zago HP, 318  
 Zaragoza-Cortes J, 271  
 Zazpe I, 153  
 Zbinden-Foncea H, 312  
 Zepeda Zepeda MA, 620  
 Zepeda-Salvador AP, 962  
 Zidorio APC, 265  
 Zivkovic V, 1275  
 Zugasti Murillo A, 1491  
 Zurita Ortega F, 774  
 Zurita-Corvalan N, 881